

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 3 月 3 日 (03.03.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/020299 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 21/027, G03F 7/20

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/012319

(22) 国際出願日: 2004 年 8 月 20 日 (20.08.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2003-297507 2003 年 8 月 21 日 (21.08.2003) JP  
特願2004-038411 2004 年 2 月 16 日 (16.02.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長坂 博之 (NAGASAKA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田

区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 石井 勇樹 (ISHII, Yuuki) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 牧野内 進 (MAKINOUCHI, Susumu) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

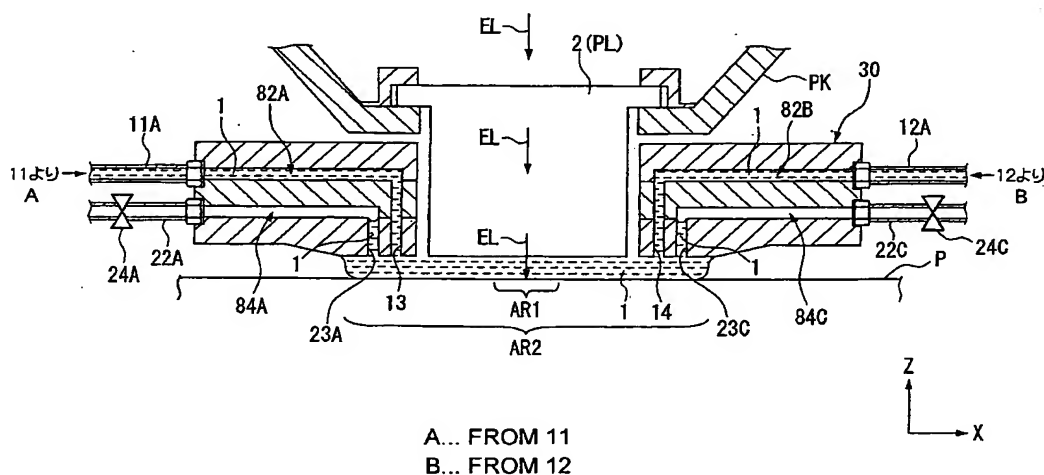
(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒104-8453 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 露光装置、露光方法及びデバイス製造方法



(57) Abstract: An exposure apparatus exposes a substrate by irradiating exposure light on the substrate placed on the image surface side of a projection optical system, the irradiation being performed through a projection optical system and a liquid. The exposure apparatus has a liquid feeding mechanism for feeding the liquid on the substrate and a liquid recovery mechanism for recovering the liquid fed on the substrate. When the exposure light is being irradiated on the image surface side of the projection optical system, the liquid recovery mechanism does not recover the liquid.

(57) 要約: この露光装置は、投影光学系の像面側に配置された基板上に、前記投影光学系と液体とを介して露光光を照射することによって前記基板を露光する露光装置であって、前記基板上に液体を供給する液体供給機構と、前記基板上に供給された液体を回収する液体回収機構とを備え、前記露光光が前記投影光学系の像面側に照射されているとき、前記液体回収機構は、前記液体の回収を行わない。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

## 露光装置、露光方法及びデバイス製造方法

## 技術分野

本発明は、投影光学系と液体とを介して基板に露光光を照射して露光する露光装置及びデバイス製造方法に関する。

本願は、2003年8月21日に出願された特願2003-297507号、及び2004年2月16日に出願された特願2004-38411号に対し優先権を主張し、その内容をここに援用する。

## 背景技術

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、所謂フォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長はKrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度 $\delta$ はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots \quad (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots \quad (2)$$

ここで、 $\lambda$ は露光波長、NAは投影光学系の開口数、 $k_1$ 、 $k_2$ はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長 $\lambda$ を短くし

て、開口数NAを大きくすると、焦点深度 $\delta$ が狭くなることが分かる。

焦点深度 $\delta$ が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば、国際公開第99/49504号パンフレットに開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たして液浸領域を形成し、液体中での露光光の波長が空気中の $1/n$ （ $n$ は液体の屈折率で通常1.2～1.6程度）になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 $n$ 倍に拡大するというものである。

ところで、上記従来技術は、液体供給装置及び液体回収装置により液体の供給及び回収を行うことで基板上に液浸領域を形成しているが、液体を回収するときに音や振動が発生する可能性があり、発生した音や振動が露光精度や各種の計測精度に影響を及ぼすおそれがある。

また、露光精度や各種の計測精度を維持するためや基板上に露光されるパターンの劣化を防止するために液体を良好に回収することも重要である。液体を十分に回収できないと、例えば基板上に残存した液体が乾燥して、そこに液体の付着跡（水紋（ウォーターマーク））が生じたり、残存した液体が周辺の機械部品に飛散して錆を生じさせる不都合も生じる。また、液体が残存したり飛散すると、基板がおかれている環境（湿度等）の変動をもたらし、ステージ位置計測に用いる光干渉計の検出光の光路上の屈折率の変化を引き起こす等、露光処理に関する種々の計測動作に影響を与える可能性があり露光精度を低下させる。

#### 発明の開示

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、投影光学系と液体とを介して基板に露光光を照射することによって露光するときの露光精度を維持できる露光方法、露光装置、及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

上記の課題を解決するため、本発明は、実施の形態に示す図1～図19に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定する意図は無い。

本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）の像面側に配置された基板（P）上に、投影光学系（PL）と液体（1）とを介して露光光（EL）を照射することによって基板（P）を露光する露光装置であって、基板（P）上に液体（1）を供給する液体供給機構（10）と、基板（P）上に供給された液体（1）を回収する液体回収機構（20）とを備え、露光光（EL）が投影光学系（PL）の像面側に照射されているときに、液体回収機構（20）による液体（1）の回収を行わない。

本発明によれば、露光光が投影光学系の像面側に照射されているときに、液体回収機構による液体の回収を行わないようにすることで、像面側に露光光を照射する動作である基板に対する露光動作中に、液体の回収動作に起因する音や振動を発生させないようにすることができる。したがって、音や振動によって露光精度が低下する不都合を防止することができる。また、投影光学系の像面側に露光光を照射する動作として、基板に対する露光動作の他に、例えば投影光学系の像面側に配置された種々の受光センサによる液体を介した露光光の検出動作も挙げられる。この受光センサによる露光光の検出動作中にも、液体回収機構による液体回収動作を行わないようにすることで、音や振動によって検出精度が低下する不都合を防止することができる。

本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）の像面側に配置された基板（P）上に、投影光学系（PL）と液体（1）とを介して露光光（EL）を照射することによって基板（P）を露光する露光装置であって、基板（P）を保持して移動可能な基板保持部材（PST）と、基板保持部材（PST）の上方に回収口（23、23A～23D）を有し、基板（P）上の液体（1）を回収する液体回収機構（20）とを備え、基板保持部材（PST）に保持された基板（P）の露光完了後に、基板保持部材（PST）と液体回収機構（20）の回収口（23、23A～23D）とを相対的に移動させる。

本発明によれば、基板に対する露光完了後に、基板保持部材と液体回収機構の回収口とを相対的に移動することで、露光中に液体回収機構により回収しきれずに基板上あるいは基板保持部材上に残存した液体を回収することができる。したがって、残存する液体に起因するウォーターマークの発生や、装置の錆び、ある

いは環境の変動等といった不都合の発生を防止することができる。

本発明の露光装置（EX）は、基板（P）上の一部に液浸領域（AR2）を形成して、その液浸領域（AR2）を形成する液体（1）と投影光学系（PL）とを介して基板（P）に露光光（EL）を照射することによって基板（P）を露光する露光装置であって、基板（P）の露光中に、基板（P）上に液体（1）を供給する液体供給機構（10）と、基板（P）の露光中に、基板（P）の上方から基板（P）上の液体（1）を吸引回収する液体回収機構（20）とを備え、基板（P）の露光中、液体供給機構（10）による液体供給量は、液体回収機構（20）による液体回収量よりも多い。

液体回収機構が基板の上方からその基板上の液体を吸引することで回収する構成の場合、液体をその周囲の気体とともに（周囲の気体を噛み込むようにして）回収する状況が生じる場合があり、その気体を噛み込むようにして回収することが音や振動の発生要因の1つであると考えられる。本発明によれば、基板上に対する液体供給量を多くし、液体回収機構で液体を気体とともに吸引回収するときの液体の割合を多くして気体の噛み込み量を少なくすることにより、音や振動を低減することができる。

本発明の露光装置は、投影光学系（PL）と液体（1）とを介して基板（P）に露光光を照射することによって基板（P）を露光する露光装置（EX）であって、投影光学系（PL）の像面側に配置され、投影光学系（PL）との間に液体を保持する可動部材（PST）と、その可動部材（PST）の表面と対向するように配置された回収口（23）を有し、その可動部材（PST）上の液体を回収可能な液体回収機構（20）とを備え、その可動部材（PST）と液体回収機構の回収口（23）とを相対的に移動させて、その可動部材（PST）上の液体を回収する。

本発明によれば、可動部材上の液体をより確実に回収することができ、液体の残留に起因する液体の付着跡の発生などの不都合を抑えることができる。

本発明のデバイス製造方法は、上記記載の露光装置（EX）を用いることを特徴とする。本発明によれば、高い露光精度を維持した状態で露光処理を行うことができ、所望の性能を発揮できるデバイスを提供できる。

本発明の露光方法は、基板（P）を保持して移動可能な移動体（PST）の上面と投影光学系（PL）との間に局所的に液浸領域（AR2）を形成し、投影光学系（PL）と液浸領域（AR2）を形成する液体（1）とを介して基板（P）上に露光光（EL）を照射するとともに、該露光光（EL）に対して基板（P）を移動することによって、基板（P）上の複数のショット領域（S1～S20、T1～T32）のそれぞれを走査露光する露光方法であって、基板（P）の移動速度は、複数のショット領域（S1～S20、T1～T32）のそれぞれの基板（P）上での位置に応じて決定される。

なお、ここでいう移動体の上面とは、その移動体に保持されている基板の表面も含むものである。

本発明によれば、基板上での位置に応じて、各ショット領域を露光するときの基板の移動速度を決定しているので、基板上での位置に因らず、投影光学系と移動体の上面との間に良好に液体を保持して、各ショット領域を露光することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

図2は、液体供給口及び回収口の配置を説明するための平面図である。

図3は、基板ステージの平面図である。

図4は、液体供給機構及び液体回収機構を構成する流路形成部材を示す斜視図である。

図5は、流路形成部材のうち第1部材を示す斜視図である。

図6A及び図6Bは、流路形成部材のうち第2部材を示す斜視図である。

図7A及び図7Bは、流路形成部材のうち第3部材を示す斜視図である。

図8は、図4のA-A断面矢視図である。

図9は、図4のB-B断面矢視図である。

図10は、基板の露光中の液体供給及び回収動作を示す模式図である。

図11は、基板の露光完了後の液体供給及び回収動作を示す模式図である。

図12は、基板の露光完了後の液体回収動作の一例を示す模式図である。

## 6.

図 1 3 は、基板の露光完了後の液体回収動作の他の例を示す模式図である。

図 1 4 は、基板の露光完了後の液体回収動作の他の例を示す模式図である。

図 1 5 は、本発明の露光装置の別の実施形態を示す模式図である。

図 1 6 は、流路形成部材の他の例を示す概略斜視図である。

図 1 7 A 及び図 1 7 B は、本発明に係る基板ステージの別の実施形態を示す図である。

図 1 8 は、露光シーケンスの一例を説明するための図である。

図 1 9 は、半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しつつ、本発明の好適な実施例について説明する。ただし、本発明は以下の各実施例に限定されるものではなく、例えばこれら実施例の構成要素同士を適宜組み合わせてもよい。

図 1 は、本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

図 1 において、露光装置 E X は、マスク M を支持するマスクステージ M S T と、基板 P を支持する基板ステージ P S T と、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明する照明光学系 I L と、露光光 E L で照明されたマスク M のパターン像を基板ステージ P S T に支持されている基板 P に投影露光する投影光学系 P L と、露光装置 E X 全体の動作を統括制御する制御装置 C O N T とを備えている。

本実施形態の露光装置 E X は、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板 P 上に液体 1 を供給する液体供給機構 1 0 と、基板 P 上に供給された液体 1 を回収する液体回収機構 2 0 とを備えている。露光装置 E X は、少なくともマスク M のパターン像を基板 P 上に転写している間、液体供給機構 1 0 から供給した液体 1 により投影光学系 P L の投影領域 A R 1 を含む基板 P 上の一部に（局所的に）液浸領域 A R 2 を形成する。具体的には、露光装置 E X は、投影光学系 P L の像面側終端部の光学素子 2 と、その像面側に配置された基板 P 表面との間に液体 1 を満たす局所液浸方式を採用し、この投影光学系 P L と基板 P との



間の液体 1 及び投影光学系 P L を介してマスク M を通過した露光光 E L を基板 P に照射することによってマスク M のパターンを基板 P に転写露光する。

ここで、本実施形態では、露光装置 E X としてマスク M と基板 P とを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスク M に形成されたパターンを基板 P に露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。なお、投影光学系 P L の構造によってはマスク M と基板 P とを同一方向に移動させる場合もある。以下の説明において、投影光学系 P L の光軸 A X と一致する方向を Z 軸方向、Z 軸方向に垂直な平面内でマスク M と基板 P との同期移動方向（走査方向）を X 軸方向、Z 軸方向及び X 軸方向に垂直な方向（非走査方向）を Y 軸方向とする。また、X 軸、Y 軸、及び Z 軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、及び  $\theta Z$  方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上に感光性材料であるフォトリソレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

照明光学系 I L は、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光 E L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光 E L によるマスク M 上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスク M 上の所定の照明領域は照明光学系 I L により均一な照度分布の露光光 E L で照明される。照明光学系 I L から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び K r F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（D U V 光）や、A r F エキシマレーザ光（波長 193 nm）及び F<sub>2</sub> レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（V U V 光）などが用いられる。本実施形態においては A r F エキシマレーザ光が用いられる。

マスクステージ M S T は、マスク M を支持するものであって、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、すなわち X Y 平面内で 2 次元移動可能及び  $\theta Z$  方向に微小回転可能である。マスクステージ M S T は、リニアモータ等のマスクステ

ージ駆動装置MSTDにより駆動される。マスクステージ駆動装置MSTDは、制御装置CONTにより制御される。マスクステージMST上には移動鏡50が設けられている。また、移動鏡50に対向する位置にはレーザ干渉計51が設けられている。マスクステージMST上のマスクMの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計51によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、レーザ干渉計51の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置MSTDを駆動することでマスクステージMSTに支持されているマスクMの位置決めを行う。

投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の投影倍率 $\beta$ で基板Pに投影露光するものであって、基板P側（投影光学系PLの像面側）の終端部に設けられた光学素子（レンズ）2を含む複数の光学素子で構成されており、これら光学素子は鏡筒PKで支持されている。本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率 $\beta$ が例えば $1/4$ あるいは $1/5$ の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、本実施形態の投影光学系PLの先端部の光学素子（レンズ）2は鏡筒PKに対して着脱（交換）可能に設けられており、光学素子2には液浸領域AR2の液体1が接触する。

本実施形態において、液体1には純水が用いられる。純水は、ArFエキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）も透過可能である。

光学素子2は、螢石で形成されている。螢石は、水との親和性が高いので、光学素子2の液体接触面2aのほぼ全面に液体1を密着させることができる。すなわち、本実施形態においては光学素子2の液体接触面2aとの親和性が高い液体（水）1を供給するようにしているので、光学素子2の液体接触面2aと液体1との密着性が高く、光学素子2と基板Pとの間の光路を液体1で確実に満たすことができる。なお、光学素子2は、水との親和性が高い石英であってもよい。また、光学素子2の液体接触面2aに親水（親液）処理を施して、液体1との親和性をより高めるようにしてもよい。

基板ステージPSTは、基板Pを支持するものであって、基板Pを基板ホルダ

を介して保持するZステージ52と、Zステージ52を支持するXYステージ53と、XYステージ53を支持するベース54とを備えている。基板ステージPSTは、リニアモータ等の基板ステージ駆動装置PSTDにより駆動される。基板ステージ駆動装置PSTDは、制御装置CONTにより制御される。Zステージ52を駆動することにより、Zステージ52に保持されている基板PのZ軸方向における位置（フォーカス位置）、及び $\theta X$ 、 $\theta Y$ 方向における位置が制御される。また、XYステージ53を駆動することにより、基板PのXY方向における位置（投影光学系PLの像面と実質的に平行な方向の位置）が制御される。すなわち、Zステージ52は、基板Pのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Pの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込み、XYステージ53は基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。なお、ZステージとXYステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

基板ステージPST（Zステージ52）上には移動鏡55が設けられている。また、移動鏡55に対向する位置にはレーザ干渉計56が設けられている。基板ステージPST上の基板Pの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計56によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、レーザ干渉計56の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置PSTDを駆動することで基板ステージPSTに支持されている基板Pの位置決めを行う。

また、基板ステージPST（Zステージ52）上には、基板Pを囲むように環状のプレート部57が設けられている。プレート部57は基板ホルダに保持された基板Pの表面とほぼ同じ高さの平坦面57Aを有している。ここで、基板Pのエッジとプレート部57との間には0.1～1mm程度の隙間があるが、液体1の表面張力によりその隙間に液体1が流れ込むことはほとんどなく、基板Pの周縁近傍を露光する場合にも、プレート部57により投影光学系PLの下に液体1を保持することができる。

液体供給機構10は、所定の液体1を基板P上に供給するものであって、液体1を送出可能な第1液体供給部11及び第2液体供給部12と、第1、第2液体

供給部 11、12 のそれぞれにその一端部を接続する第 1、第 2 供給管 11A、12A とを備えている。第 1、第 2 液体供給部 11、12 のそれぞれは、液体 1 を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えている。

液体回収機構 20 は、基板 P 上に供給された液体 1 を回収するものであって、液体 1 を回収可能な液体回収部 21 と、液体回収部 21 にその一端部を接続する回収管 22（第 1～第 4 回収管 22A～22D）とを備えている。回収管 22（22A～22D）の途中にはバルブ 24（第 1～第 4 バルブ 24A～24D）が設けられている。液体回収部 21 は、例えば真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、及び回収した液体 1 を収容するタンク等を備えている。

投影光学系 PL の終端部の光学素子 2 の近傍には流路形成部材 30 が配置されている。

流路形成部材 30 は、基板 P（基板ステージ PST）の上方において光学素子 2 の周りを囲むように設けられた環状部材である。流路形成部材 30 は、基板 P（基板ステージ PST）の上方に設けられ、その基板 P 表面（基板ステージ PST 上面）に対向するように配置された第 1 供給口 13 と第 2 供給口 14 とを備えている。また、流路形成部材 30 は、その内部に供給流路 82（82A、82B）を有している。供給流路 82A の一端部は第 1 供給口 13 に接続し、他端部は第 1 供給管 11A を介して第 1 液体供給部 11 に接続している。供給流路 82B の一端部は第 2 供給口 14 に接続し、他端部は第 2 供給管 12A を介して第 2 液体供給部 12 に接続している。更に、流路形成部材 30 は、基板 P（基板ステージ PST）の上方に設けられ、その基板 P 表面に対向するように配置された回収口 23 を備えている。本実施形態において、流路形成部材 30 は、4 つの回収口 23A～23D を有している。また、流路形成部材 30 は、その内部に回収口 23（23A～23D）に対応した回収流路 84（84A～84D）を有している。回収流路 84A～84D の一端部は回収口 23A～23D にそれぞれ接続し、他端部は回収管 22A～22D を介して液体回収部 21 にそれぞれ接続している。本実施形態において、流路形成部材 30 は液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 それぞれの一部を構成している。

なお、本実施形態において、第 1～第 4 回収管 22A～22D は、1 つの液体

回収部 2 1 に接続されているが、回収管の数に対応した液体回収部 2 1 を複数(ここでは 4 つ) 設け、第 1 ～第 4 回収管 2 2 A ～2 2 D のそれぞれを前記複数の液体回収部 2 1 のそれぞれに接続するようにしてもよい。

第 1 ～第 4 回収管 2 2 A ～2 2 D に設けられた第 1 ～第 4 バルブ 2 4 A ～2 4 D は、第 1 ～第 4 回収管 2 2 A ～2 2 D の流路のそれぞれを開閉するものであって、その動作は制御装置 CONT に制御される。回収管 2 2 (2 2 A ～2 2 D) の流路が開放されている間、液体回収機構 2 0 は回収口 2 3 (2 3 A ～2 3 D) から液体 1 を吸引回収可能であり、バルブ 2 4 (2 4 A ～2 4 D) により回収管 2 2 (2 2 A ～2 2 D) の流路が閉塞されると、回収口 2 3 (2 3 A ～2 3 D) を介した液体 1 の吸引回収が停止される。

第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 の液体供給動作は、制御装置 CONT により制御される。制御装置 CONT は、第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 による基板 P 上に対する単位時間あたりの液体供給量をそれぞれ独立して制御可能である。第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 から送出された液体 1 は、供給管 1 1 A、1 2 A、及び流路形成部材 3 0 の供給流路 8 2 A、8 2 B を介して、基板 P の上方に設けられた供給口 1 3、1 4 より基板 P (基板ステージ PST) 上に供給される。

また、液体回収部 2 1 の液体回収動作は、制御装置 CONT により制御される。制御装置 CONT は、液体回収部 2 1 による単位時間あたりの液体回収量を制御可能である。基板 P (基板ステージ PST) の上方に設けられた回収口 2 3 から回収された基板 P (基板ステージ PST) 上の液体 1 は、流路形成部材 3 0 の回収流路 8 4 及び回収管 2 2 を介して液体回収部 2 1 に回収される。

流路形成部材 3 0 のうち回収口 2 3 より投影光学系 PL に対して外側の下面(基板 P 側を向く面)には、液体 1 を捕捉する所定長さの液体トラップ面 7 0 が形成されている。トラップ面 7 0 は、XY 平面に対して傾斜した面であり、投影領域 AR 1 (液浸領域 AR 2) に対して外側に向かうにつれて基板 P (基板ステージ PST) の表面に対して離れるように(上に向かうように)傾斜している。トラップ面 7 0 は親液処理を施されている。基板 P の表面に塗布されている膜(フォトレジスト、反射防止膜等)は通常撥水性(撥液性)なので、回収口 2 3 の外側に流出した液体 1 は、トラップ面 7 0 で捕捉される。なお、本実施形態におけ

る液体 1 は極性の大きい水であるため、トラップ面 70 に対する親水処理（親液処理）として、例えばアルコールなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、このトラップ面 70 に対して親水性を付与する。すなわち、液体 1 として水を用いる場合にはトラップ面 70 に OH 基など極性の大きい分子構造を持ったものを表面に配置させる処理が望ましい。

図 2 は、流路形成部材 30 に形成された第 1、第 2 供給口 13、14 及び第 1～第 4 回収口 23A～23D と、投影光学系 PL の投影領域 AR1 との位置関係を示す平面図である。図 2 において、投影光学系 PL の投影領域 AR1 は、Y 軸方向（非走査方向）を長手方向とする矩形状に設定されている。液体 1 が満たされた液浸領域 AR2 は、投影領域 AR1 を含むように実質的に 4 つの回収口 23A～23D で囲まれた領域内であって且つ基板 P 上の一部に局所的に形成される。第 1 供給口 13 は投影領域 AR1 に対して走査方向一方側（-X 側）に設けられ、第 2 供給口 14 は他方側（+X 側）に設けられている。つまり、第 1、第 2 供給口 13、14 は、走査方向（X 方向）に関して投影領域 AR1 を挟むようにその両側に配置されている。第 1、第 2 供給口 13、14 のそれぞれは所定の長さを有する平面視略円弧状のスリット状に形成されている。第 1、第 2 供給口 13、14 の Y 軸方向における長さは、少なくとも投影領域 AR1 の Y 軸方向における長さより長くなっている。液体供給機構 10 は、第 1、第 2 供給口 13、14 より、投影領域 AR1 の両側で液体 1 を同時に供給可能である。

第 1～第 4 回収口 23A～23D は、供給口 13、14、及び投影領域 AR1 を取り囲むように配置されている。複数（4 つ）の回収口 23A～23D のうち、第 1 回収口 23A と第 3 回収口 23C とが X 軸方向に関して投影領域 AR1 を挟んでその両側に配置されており、第 2 回収口 23B と第 4 回収口 23D とが Y 軸方向に関して投影領域 AR1 を挟んでその両側に配置されている。供給口 13、14 は投影領域 AR1 と回収口 23A、23C との間に配置された構成となっている。回収口 23A～23D のそれぞれは平面視略円弧状の所定の長さを有するスリット状に形成されている。回収口 23A、23C の Y 軸方向における長さは、供給口 13、14 の Y 軸方向における長さより長くなっている。回収口 23B、23D のそれぞれも回収口 23A、23C とほぼ同じ長さに形成されている。第

1～第4回収口23A～23Dは第1～第4回収管22A～22Dのそれぞれを介して液体回収部21に接続されている。

なお、本実施形態において、複数の回収口23A～23Dのそれぞれはほぼ同じ大きさ（長さ）に形成されているが、互いに異なる大きさであってもよい。また、回収口23の数は4つに限られず、投影領域AR1及び供給口13、14を取り囲むように配置されていれば、任意の複数設けることができる。また、図2においては、供給口（13、14）のスリット幅と回収口（23A～23D）のスリット幅とがほぼ同じになっているが、回収口（23A～23D）のスリット幅を、供給口（13、14）のスリット幅より大きくしてもよい。

図3は、基板ステージPSTのZステージ52を上方から見た平面図である。平面視矩形状のZステージ52の互いに垂直な2つの縁部に移動鏡55が配置されている。そして、Zステージ52上のほぼ中央部に基板Pが配置され、その基板Pの周囲を囲むように基板Pの表面とほぼ同じ高さの平坦面57Aを有する環状のプレート部57がZステージ52と一体で設けられている。

プレート部57の平坦面57Aの2つのコーナーは幅広になっており、その一方の幅広部に、マスクM及び基板Pを所定位置に対してアライメントする際に使う基準マークFMが設けられている。基準マークFMは、マスクMの上方に設けられたマスクアライメント系90（図1参照）により、マスクM及び投影光学系PLを介して検出される。つまり、マスクアライメント系90は、所謂TTM（スルー・ザ・マスク）方式（あるいはTTR（スルー・ザ・レチクル）方式ともいう）のアライメント系を構成している。なお、不図示ではあるが、露光装置EXは、投影光学系PLに並ぶように設けられ、基板P上に形成されたアライメントマーク及び基準マークFMを検出可能なオフアクシス方式の基板アライメント系も備えている。

また、プレート部57の平坦面57Aのうち他方の幅広部には、光センサ部58が設けられている。光センサ部58は、投影光学系PLを通過した露光光ELを検出するものであって、投影光学系PLの像面側での露光光ELの照射量（照度）を検出する照度センサ、あるいは投影領域AR1の照度分布（照度むら）を検出する照度むらセンサにより構成されている。光センサ部58は、プレート部

57に設けられ、基板Pの表面とほぼ同じ高さを有し、露光光ELを透過可能な透明部材と、Zステージ52（基板ステージPST）に埋設され、前記透明部材を介した露光光ELを受光する受光素子とを備えている。なお、ここでは、基準マークFMはプレート部57に設けられているが、プレート部57とは別に基準マークFMを配置するための基準マーク部材を基板ステージPST上に設けてもよい。同様に、光センサ部58を、基板ステージPST上のうちプレート部57とは別の位置に設けるようにしてもよい。

図3に示すように、基板P上には複数のショット領域S1～S20が設定されており、制御装置CONTは、基板P上に設定された複数のショット領域S1～S20を順次露光する。本実施形態において、制御装置CONTは、投影光学系PLの光軸AX（投影領域AR1）が図3の波線矢印59に沿って進むようにレーザ干渉計56の出力をモニタしつつ基板ステージPST（XYステージ53）を移動し、複数のショット領域S1～S20を順次露光する。

図4は、流路形成部材30の概略斜視図である。

図4に示すように、流路形成部材30は、投影光学系PLの終端部の光学素子2の周りを囲むように設けられた環状部材であって、第1部材31と、第1部材31の上部に配置される第2部材32と、第2部材32の上部に配置される第3部材33とを備えている。流路形成部材30を構成する第1～第3部材31～33のそれぞれは板状部材であってその中央部に投影光学系PL（光学素子2）を配置可能な穴部31A～33Aを有している。第1～第4回収管22A～22Dの途中には、第1～第4バルブ24A～24Dがそれぞれ設けられている。

図5は、第1～第3部材のうち最下段に配置される第1部材31を示す斜視図である。

第1部材31は、投影光学系PLの-X側に形成され、基板P上に液体1を供給する第1供給口13と、投影光学系PLの+X側に形成され、基板P上に液体1を供給する第2供給口14とを備えている。第1供給口13及び第2供給口14のそれぞれは第1部材31を貫通する貫通穴であって、平面視略円弧状に形成されている。更に、第1部材31は、投影光学系PLの-X側に形成され、基板P上の液体1を回収する第1回収口23Aと、投影光学系PLの-Y側に形成さ



れ、基板P上の液体1を回収する第2回収口23Bと、投影光学系PLの+X側に形成され、基板P上の液体1を回収する第3回収口23Cと、投影光学系PLの+Y側に形成され、基板P上の液体1を回収する第4回収口23Dとを備えている。第1～第4回収口23A～23Dのそれぞれも第1部材31を貫通する貫通穴であって、平面視略円弧状に形成されており、投影光学系PLの周囲に沿って略等間隔に設けられている。また、回収口23A～23Dのそれぞれは、供給口13、14より投影光学系PLに対して外側に設けられている。供給口13、14の基板Pとの離間距離と、回収口23A～23Dの基板Pとの離間距離とは、ほぼ同じに設けられている。つまり、供給口13、14の高さ位置と、回収口23A～23Dの高さ位置とはほぼ同じに設けられている。

図6A及び図6Bは、第1～第3部材のうち中段に配置される第2部材32を示す斜視図であって、図6Aは上側から見た斜視図、図6Bは下側から見上げた斜視図である。第2部材32は、投影光学系PLの-X側に形成され、第1部材31と第2部材32とを接続したときに第1部材31の第1供給口13に接続される第1供給穴部15と、投影光学系PLの+X側に形成され、第1部材31の第2供給口14に接続される第2供給穴部16とを備えている。第1、第2供給穴部15、16は貫通穴であって、平面視における形状及び大きさは、第1、第2供給口13、14に対応している。つまり、第1、第2供給穴部15、16は、平面視円弧状のスリット状流路となっている。

図6Bに示すように、第2部材32の下面32Dのうち、投影光学系PLの-X側には、第1部材31と第2部材32とを接続したときに第1部材31の第1回収口23Aに接続する第1回収溝部25が形成され、投影光学系PLの-Y側には、第1部材31の第2回収口23Bに接続する第2回収溝部26が形成され、投影光学系PLの+X側には、第1部材31の第3回収口23Cに接続する第3回収溝部27が形成され、投影光学系PLの+Y側には、第1部材31の第4回収口23Dに接続する第4回収溝部28が形成されている。第1～第4回収溝部25～28のそれぞれは、第1～第4回収口23A～23Dの形状及び大きさに対応するように平面視略円弧状に形成されており、投影光学系PLの周囲に沿って略等間隔に設けられている。また、第1回収管22Aと第1回収溝部25とは、

テーパ状溝部 4 5 を介して接続されている。テーパ状溝部 4 5 は、第 1 回収管 2 2 A に対する接続部から第 1 回収溝部 2 5 に向かって水平方向に漸次拡がるように形成されている。同様に、第 2 回収管 2 2 B と第 2 回収溝部 2 6 とはテーパ状溝部 4 6 を介して接続されており、第 3 回収管 2 2 C と第 3 回収溝部 2 7 とはテーパ状溝部 4 7 を介して接続されており、第 4 回収管 2 2 D と第 4 回収溝部 2 8 とはテーパ状溝部 4 8 を介して接続されている。

図 7 A 及び図 7 B は、第 1 ～ 第 3 部材のうち最上段に配置される第 3 部材 3 3 を示す斜視図であって、図 7 A は上側から見た斜視図、図 7 B は下側から見上げた斜視図である。第 3 部材 3 3 の下面 3 3 D のうち、投影光学系 P L の - X 側には、第 2 部材 3 2 と第 3 部材 3 3 とを接続したときに第 2 部材 3 2 の第 1 供給穴部 1 5 に接続する第 1 供給溝部 4 1 が形成され、投影光学系 P L の + X 側には、第 2 部材 3 2 の第 2 供給穴部 1 6 に接続する第 2 供給溝部 4 2 が形成されている。第 1、第 2 供給溝部 4 1、4 2 それぞれの形状及び大きさは、第 1、第 2 供給穴部 1 5、1 6（ひいては第 1、第 2 供給口 1 3、1 4）に対応するように平面視略円弧状に形成されている。また、第 1 供給管 1 1 A と第 1 供給溝部 4 1 とは、テーパ状溝部 4 3 を介して接続されている。テーパ状溝部 4 3 は、第 1 供給管 1 1 A に対する接続部から第 1 供給溝部 4 1 に向かって水平方向に漸次拡がるように形成されている。

同様に、第 2 供給管 1 2 A と第 2 供給溝部 4 2 とはテーパ状溝部 4 4 を介して接続されている。

第 1 ～ 第 3 部材 3 1 ～ 3 3 は、例えばステンレスやチタン、アルミニウム、あるいはこれらを含む合金等の金属により形成されており、各部材 3 1 ～ 3 3 の穴部や溝部は例えば放電加工により形成される。放電加工により各部材 3 1 ～ 3 3 に対して加工した後、これら各部材 3 1 ～ 3 3 を接着剤あるいは締結部材等を用いて接合することにより、流路形成部材 3 0 が形成される。なお、各部材 3 1 ～ 3 3 の接液面は電解研磨あるいは不導体酸化膜処理しておくともよい。また、流路形成部材 3 0 を含む液体供給機構 1 0 及び液体回収機構 2 0 を構成する各部材は、例えばポリ四フッ化エチレン等の合成樹脂により形成されていてもよい。

各部材 3 1 ～ 3 3 を接合することで、テーパ状溝部 4 3、第 1 供給溝部 4 1、

第1供給穴部15、及び第1供給口13のそれぞれが接続され、これらにより第1供給管11Aに接続する第1供給流路82Aが形成される。同様に、テーパ状溝部44、第2供給溝部42、第2供給穴部16、及び第2供給口14のそれぞれが接続されることで、第2供給管12Aに接続する第2供給流路82Bが形成される。そして、第1、第2液体供給部11、12のそれぞれから送出された液体1は、第1、第2供給管11A、12A、及び第1、第2供給流路82A、82Bを介して基板P上にその基板Pの上方より供給される。

また、テーパ状溝部45、第1回収溝部25、及び第1回収口23Aのそれぞれが接続されることで、第1回収管22Aに接続する第1回収流路84Aが形成される。同様に、テーパ状溝部46、第2回収溝部26、及び第2回収口23Bのそれぞれが接続されることで、第2回収管22Bに接続する第2回収流路84Bが形成され、テーパ状溝部47、第3回収溝部27、及び第3回収口23Cのそれぞれが接続されることで、第3回収管22Cに接続する第3回収流路84Cが形成され、テーパ状溝部48、第4回収溝部28、及び第4回収口23Dのそれぞれが接続されることで、第4回収管22Dに接続する第4回収流路84Dが形成される。そして、基板P上の液体1はその基板Pの上方から、上記第1～第4回収流路84A～84D、及び第1～第4回収管22A～22Dのそれぞれを介して吸引回収される。

このとき、第1、第2供給管11A、12Aのそれぞれにはテーパ状溝部43、44が接続されるので、Y軸方向を長手方向とする供給口13、14の各位置において、その流量分布や流速分布を均一にして液体供給を行うことができる。同様に、回収管22A～22Dのそれぞれにもテーパ状溝部45～48が接続されるので、均一な回収力で液体回収することができる。

図8は、図4のA-A断面矢視図、図9は、図4のB-B断面矢視図である。なお、以下の説明では、流路形成部材30のうち投影光学系PLの+X側に設けられた第2供給流路82B及び第3回収流路84Cについて説明するが、投影光学系PLの-X側に設けられた第1供給流路82A、投影光学系PLの-X側の第1回収流路82A、-Y側の第2回収流路82B、及び+Y側の第4回収流路82Dも同等の構成を有する。

図 8 において、第 2 供給流路 8 2 B は、上記テーパ状溝部 4 4、第 2 供給溝部 4 2、第 2 供給穴部 1 6、及び第 2 供給口 1 4 により構成されている。第 2 液体供給部 1 2 から送出された液体 1 は、第 2 供給管を介して第 2 供給流路 8 2 B に流入する。第 2 供給流路 8 2 B に流入した液体 1 は、第 2 供給流路 8 2 B のうち、テーパ状溝部 4 4 において、ほぼ水平方向（XY 平面方向）に流れ、第 2 供給溝部 4 2 近傍においてほぼ直角に曲げられ、第 2 供給穴部 1 6 及び第 2 供給口 1 4 において鉛直方向（-Z 方向）に流れ、基板 P の上方より基板 P 上に供給される。

第 3 回収流路 8 4 C は、上記第 3 回収口 2 3 C、第 3 回収溝部 2 7、及びテーパ状溝部 4 7 により構成されている。真空系を有する液体回収部 2 1 の駆動により、基板 P 上の液体 1 は、その基板 P の上方に設けられた第 3 回収口 2 3 C を介して第 3 回収流路 8 4 C に鉛直上向き（+Z 方向）に流入する。このとき、第 3 回収口 2 3 C からは、基板 P 上の液体 1 とともにその周囲の気体（空気）も流入（回収）される。第 3 回収流路 8 4 C に流入した液体 1 は、第 3 回収溝部 2 7 近傍で水平方向にその流れの向きを変えられ、テーパ状溝部 4 7 をほぼ水平方向に流れる。その後、第 3 回収管 2 2 C を介して液体回収部 2 1 に吸引回収される。

流路形成部材 3 0 の内側面 3 0 T と、投影光学系 P L のうち液体 1 と接する終端部の光学素子 2 の側面 2 T との間には微小間隙 1 0 0 が形成されている。微小間隙 1 0 0 は、投影光学系 P L の光学素子 2 と流路形成部材 3 0 とを振動的に分離するために設けられたものであり、これにより、液体供給機構 1 0 や液体回収機構 2 0 で発生した振動が、投影光学系 P L に伝達することを防ぐことができる。流路形成部材 3 0 を含む液体供給機構 1 0 及び液体回収機構 2 0 のそれぞれは、投影光学系 P L 及びこの投影光学系 P L を支持する支持部材以外の支持部材で支持されている。

なお、微小間隙 1 0 0 を形成する流路形成部材 3 0 の内側面 3 0 T と光学素子 2 の側面 2 T との上部には撥液（撥水）処理を施しておくことが好ましい。撥液処理としては、例えば撥液性を有する材料を使ったコーティング処理が挙げられる。撥液性を有する材料としては、例えばフッ素系化合物やシリコン化合物、あるいはポリエチレン等の合成樹脂が挙げられる。また、表面処理のための薄膜は単層膜であってもよいし複数の層からなる膜であってもよい。このように流路形

成部材 30 の内側面 30 T と光学素子 2 の側面 2 T との少なくとも一方を撥液（撥水）処理を施しておくことによって、微小間隙 100 の上方からの液体の漏出を防止することができる。なお、微小間隙 100 に光学素子 2 を取り囲むように Oリングなどのシール部材を配置してもよい。

次に、上述した露光装置 EX を用いてマスク M のパターン像を基板 P に露光する方法について説明する。

ここで、本実施形態における露光装置 EX は、マスク M と基板 P とを X 軸方向（走査方向）に移動しながらマスク M のパターン像を基板 P に投影露光するものであって、走査露光時には、投影光学系 PL の終端部直下の矩形状の投影領域 AR1 にマスク M の一部のパターン像が投影され、投影光学系 PL に対して、マスク M が -X 方向（又は +X 方向）に速度 V で移動するのに同期して、XY ステージ 53 を介して基板 P が +X 方向（又は -X 方向）に速度  $\beta \cdot V$ （ $\beta$  は投影倍率）で移動する。

図 3 に示したように、基板 P 上には複数のショット領域 S1 ～ S20 が設定されており、1 つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステッピング移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板 P を移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。

露光処理を行うに際し、制御装置 CONT は、液体供給機構 10 を駆動し、基板 P 上に対する液体供給動作を開始する。液体供給機構 10 の第 1、第 2 液体供給部 11、12 のそれぞれから送出された液体 1 は、供給管 11A、12A を流通した後、流路形成部材 30 内部に形成された供給流路 82A、82B を介して基板 P 上に供給される。なお、プレート部 57 の平坦面 57A 上で液体 1 の供給を開始することもできる。

基板 P 上に供給された液体 1 は、基板 P の動きに合わせて投影光学系 PL の下を流れる。例えば、あるショット領域の露光中に基板 P が +X 方向に移動しているときには、液体 1 は基板 P と同じ方向 +X 方向に、ほぼ基板 P と同じ速度で、投影光学系 PL の下を流れる。

図 10 は、基板 P に対して露光動作を行っているときの状態の一例を示す模式

図である。図10において、照明光学系ILより射出されマスクMを通過した露光光ELが投影光学系PLの像面側に照射されており、これによりマスクMのパターンが投影光学系PL及び液浸領域AR2の液体1を介して基板Pに露光される。制御装置CONTは、露光光ELが投影光学系PLの像面側に照射されているときに、すなわち基板Pの露光動作中に、液体供給機構10による基板P上への液体1の供給を行う。露光動作中に液体供給機構10による液体1の供給を継続することで液浸領域AR2は良好に形成される。一方、制御装置CONTは、露光光ELが投影光学系PLの像面側に照射されているときに、すなわち基板Pの露光動作中に、第1～第4バルブ24A～24Dのそれぞれを駆動して第1～第4回収管22A～22Dの流路を閉塞し、液体回収機構20による基板P上の液体1の回収を行わない。露光動作中に（露光光ELが投影光学系PLの像面側に照射されているときに）、液体回収機構20による液体1の回収を行わないようにすることで、液体1の回収動作に起因する音や振動を抑えた状態で露光処理することができる。

特に本実施形態のように基板P上の一部に液浸領域AR2を形成する局所液浸方式において、液体回収機構20として回収口23（23A～23D）を介して基板Pの上方から基板P上の液体1を真空系（真空ポンプ）を使って吸引回収する構成を採用した場合、液体回収機構20は、基板P上の液体1を、その周囲の気体とともに（周囲の気体を噛み込むようにして）回収する状況が生じる可能性がある。液体回収機構20が気体を噛み込むようにして液体1を回収口23を介して回収することで、液体1が回収流路84（84A～84D）に断続的に流入する状況が発生する。すると、回収流路84に流入した液体1は粒状に分割された形態（例えば水滴状）となり、その液体1が回収流路84や回収管22に衝突し、音や振動が発生する。そこで、露光動作中に（露光光ELが投影光学系PLの像面側に照射されているときに）、液体回収機構20による液体1の回収を行わないようにすることで、液体回収機構20の回収動作に起因する振動が発生させない状態で露光処理を行うことができる。

なお、ここでは、バルブ24を駆動して回収流路22を閉塞することで液体1の回収を行わないようにしているが、バルブ24を使わずに、露光動作中に（露

光 $E_L$ が投影光学系 $P_L$ の像面側に照射されているときに)、例えば液体回収部21を構成する真空系(真空ポンプ)の駆動を停止することで、液体1の回収を行わないようにしてもよい。

本実施形態において、露光動作中、液体供給機構10は、供給口13、14より投影領域 $AR_1$ の両側から基板 $P$ 上への液体1の供給を同時に行う。これにより、供給口13、14から基板 $P$ 上に供給された液体1は、投影光学系 $P_L$ の終端部の光学素子2の下端面と基板 $P$ との間に良好に濡れ拡がり、液浸領域 $AR_2$ を少なくとも投影領域 $AR_1$ より広い範囲で形成する。

なお、投影領域 $AR_1$ の走査方向両側から基板 $P$ に対して液体1を供給する際、制御装置 $CONT$ は、液体供給機構10の第1、第2液体供給部11、12の液体供給動作を制御し、走査方向に関して、投影領域 $AR_1$ の手前から供給する単位時間あたりの液体供給量を、その反対側で供給する液体供給量よりも多く設定してもよい。例えば、基板 $P$ を $+X$ 方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置 $CONT$ は、投影領域 $AR_1$ に対して $-X$ 側(すなわち供給口13)からの液体量を、 $+X$ 側(すなわち供給口14)からの液体量より多くし、一方、基板 $P$ を $-X$ 方向に移動しつつ露光処理する場合、投影領域 $AR_1$ に対して $+X$ 側からの液体量を、 $-X$ 側からの液体量より多くする。

なお、一方の供給口(例えば供給口13)を省略して、あるいは一方の供給口(例えば供給口13)を使わずに、一つの供給口14から液体1を供給し続けるようにしてもよい。

ここで、例えば基板 $P$ が $+X$ 方向に移動することにより、投影領域 $AR_1$ に対して $+X$ 側に移動する液体量が増し、基板 $P$ の外側に大量に流出する可能性がある。ところが、 $+X$ 側に移動する液体1は流路形成部材30の $+X$ 側下面に設けられているトラップ面70で捕捉されるため、基板 $P$ の周囲等に流出したり飛散したりする不都合を抑制できる。

露光動作中、液体回収機構20による液体1の回収動作は行われず、露光完了後、制御装置 $CONT$ はバルブ24を駆動して回収管22の流路を開放し、基板 $P$ 上の液体1を回収する。ここで、液体回収機構20による液体1の回収が開始されるまでに、図10に示すように、基板 $P$ 上の液体1の一部は、液体回収機構

20の回収口23（23A～23D）に保持されている。このとき回収口（液体保持部）23は、毛細管現象を利用して液体1を保持している。液浸領域AR2の液体1の一部は、毛細管現象により回収口23内部において上昇し、その回収口23に所定量保持される。このように、液体回収機構20による吸引回収動作を行わなくても、流路形成部材30の回収口23の毛細管現象により、振動などを発生させることなく、液体1を所定量保持（回収）することができる。そして、液体1を回収口23で所定量保持しておくことにより、露光中において基板P上から外部に流出する液体1の量を抑えることができる。

なお、毛細管現象を利用して回収口23により液体1を良好に保持するために、回収流路84のうちの少なくとも回収口23近傍の内壁面を親液処理（親水処理）しておくことが好ましい。こうすることにより、回収口23（回収流路84）は毛細管現象を利用して液体1を良好に保持することができる。本実施形態における液体1は極性の大きい水であるため、回収口23に対する親水処理（親液処理）として、例えばアルコールなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで回収口23近傍の回収流路84の内壁面に親水性を付与したり、あるいは紫外線（UV）を照射することで親水性を付与することができる。

なお、回収口23近傍以外にも、液体供給機構10や液体回収機構20のうち液体1が流れる流路の表面に対して親液処理を施すことができる。

本実施形態では、図3に示したように、基板P上に複数のショット領域S1～S20が設定されており、基板ステージPSTを移動しつつこれら複数のショット領域S1～S20が順次露光される。この間、供給口13、14からは液体1の供給が連続的に行われる。一方、制御装置CONTは、ある1つのショット領域の露光完了後であって、次のショット領域の露光開始までの一部の期間（ステッピング期間の少なくとも一部）において、液体回収機構20により基板P上の液体1の回収を行う。

図11は、あるショット領域の露光完了後、次のショット領域の露光開始までの期間（ステッピング期間）において、液体回収機構20により基板P上の液体1を回収している状態の一例を示す模式図である。

図11において、露光光ELは投影光学系PLの像面側に照射されておらず、



制御装置CONTは、バルブ24を駆動して、回収管22の流路を開放する。これにより、基板P上の液体1は、基板Pの上方に配置されている回収口23から吸引回収される。この場合、基板P上の液体1は、その周囲の気体とともに（周囲の気体を噛み込むようにして）回収口23より回収されるため、回収流路84に断続的に流入する。回収流路84に流入した液体1は、図11に示すように、粒状に分割された形態（水滴）となり、その液体1が回収流路84や回収管22に衝突し、音や振動を発生する。しかしながら、このときは投影光学系PLの像面側に露光光ELは照射されておらず、すなわち基板PにマスクMのパターンが露光されていないため、発生した音や振動は露光精度に影響を与えない。なお、ステッピング期間における液体の回収時間や回収量は、直前のショット領域の露光中に露光光が照射された液体が極力回収されるように設定するのが望ましいが、すべての液体を回収する必要はない。また、次のショット領域の露光を開始するときに、光学素子2の像面側の光路空間が液体1で満たされているように液体の回収時間や回収量を設定するのが好ましい。

制御装置CONTは、液体回収機構20による基板P上の液体1の回収動作中を含む、ある1つのショット領域の露光完了後であって次のショット領域の露光開始までの期間において、液体供給機構10による液体1の供給を継続する。これにより、液体1の供給及び供給停止を繰り返すことにより投影光学系PLと基板Pとの間で生じる液体1の振動（所謂ウォーターハンマー現象）の発生を防止することができる。ウォーターハンマー現象が発生した場合、振動する液体1によりパターン像の劣化が生じ、例えば次のショット領域を露光するときに液体1の振動がおさまるまでの待ち時間を設定する必要がある等、スループット低下の原因ともなる。しかしながら、露光光ELが照射されない前記期間中においても液体1の供給を継続することで、ウォーターハンマー現象の発生を抑え、次のショット領域の露光開始時にも光学素子2と基板Pとの間を十分な液体1で満たすことができ、露光精度の低下やスループットの低下等といった不都合を抑えることができる。なお、ステッピング期間中に液体供給機構10の供給口13、14からの液体供給量は、露光動作期間中と同一でなくてもよく、例えばステッピング期間中の液体供給量を、露光動作期間中の液体供給量よりも少なくしてもよい。

ここで、制御装置CONTは、液体回収機構20による液体1の回収を、所定数のショット領域の露光完了毎に行う。例えば、制御装置CONTは、複数のショット領域S1～S20のうち、4つのショット領域の露光完了毎の期間において液体1の回収を行う。この場合、ショット領域S4、S8、S12、S16、S20の露光完了毎に液体1の回収が行われる。具体的には、ショット領域S4（S8、S12、S16、S20）の露光完了後、次のショット領域S5（S9、S13、S17）の露光開始までの期間に液体1の回収が行われる。もちろん、所定数は、「4」に限ることなく、「1」すなわち1つのショット領域毎に液体1の回収を行うようにしてもよい。あるいは、制御装置CONTは、予め定められたショット領域の露光完了後に行うようにしてもよい。例えば、制御装置CONTは、第10番目のショット領域S10の露光完了後の期間において液体1の回収を行うことを予め定めておき、ショット領域S10の露光完了後、次のショット領域S11の露光開始までの少なくとも一部の期間において、液体1の回収を行う。こうすることにより、基板Pの外側へ液体1が流出する不都合を防止できる。

また、制御装置CONTは、ある1つのショット領域の露光完了後、次のショット領域の露光のための基板Pのステップング移動中に、液体回収機構20による液体1の回収を行う。図3に示す例において、制御装置CONTは、ショット領域S2（S6、S10、S14、S18）の露光完了後、次のショット領域S3（S7、S11、S15、S19）の露光のための基板Pのステップング移動中に、液体回収機構20による液体1の回収を行う。ステップング移動中は、基板PにマスクMのパターンが露光されないため、この期間において液体1の回収を行うことにより、液体1の回収に起因する振動が露光精度に与える影響を抑制できる。

全てのショット領域S1～S20に対する露光処理が終了し、1枚の基板Pの露光が完了した後、制御装置CONTは、基板P上及び基板ステージPST上に残存する液体1の吸引回収を行う。本実施形態では、僅かながら基板P上や基板ステージPST上に液体1が残存する可能性があるため、制御装置CONTは、1枚の基板Pの露光完了後に、液体回収機構20の真空系を駆動し、基板P上及

び基板ステージPST上の液体1を液体回収機構20の回収口23を介して吸引回収する。1枚の基板Pの露光完了後に基板P上の液体1の回収を行う場合、制御装置CONTは、基板Pの上方に配置された液体回収機構20の回収口23と基板Pを保持して移動可能な基板ステージ（基板保持部材）PSTとを相対的に移動して、基板P上あるいは基板ステージPST上の液体1を回収する。

図12は、1枚の基板Pの露光完了後において、液体回収機構20の回収口23に対して基板Pを保持した基板ステージPSTがXY平面内で移動する様子の一例を示す模式図である。

制御装置CONTは、液体回収機構20の回収口23が図12の波線矢印60に沿って進むようにXYステージ52を移動する。基板ステージPSTのXY平面に沿った並進移動により、回収口23は基板P及び基板ステージPST上面のほぼ全域を走査し、これにより基板P及び基板ステージPST上に残存した液体1は、回収口23を介して液体回収機構20により確実に吸引回収される。

なお、図12に示した例では、基板P及び基板ステージPSTは、回収口23に対してX軸方向への走査移動とY軸方向へのステッピング移動とを繰り返すような移動軌跡を描いているが、その移動軌跡は任意に設定されてよく、例えば図13の破線矢印61に示すように、基板Pの外側から内側（あるいは内側から外側）に向かって円を描くような螺旋状の移動軌跡を描くように移動してもよいし、複数の大きさの円軌跡を同心状に描くように移動してもよい。

なお、回収口23を有する流路形成部材30に移動機構を設け、基板P及びこの基板Pを保持する基板ステージPSTに対して回収口23をXY方向に移動しつつ液体1の回収を行うようにしてもよいし、回収口23と基板ステージPSTとの双方を移動するようにしてもよい。

また、上述したように、基板P上の液体を回収するときに、投影光学系PL（光学素子2）の先端と基板P表面との間隔、すなわち回収口23と基板P表面との間隔を露光中よりも小さくするようにしてもよい。これにより、基板P上からの液体の回収効率を高めることができ、基板P上の液体を確実に回収することができる。これは、1枚の基板Pの露光完了後に基板P上から液体の回収を行うときに特に有効である。

また、図14の破線矢印62に示すように、回収口23が基板ステージPST上で基板Pのエッジとプレート部57の平坦面57Aとの間のギャップG1に沿った移動軌跡を描くようにして、基板ステージPSTを移動しながら回収口23を使って回収動作（吸引動作）を行うようにしてもよい。こうすることにより、基板P上あるいはプレート部57上に残留した液体だけでなく、ギャップG1に浸入した液体1も良好に回収することができる。したがって、ギャップG1を介して基板ステージPST内部に液体1が浸入して基板ステージPST内部に錆びや漏電が生じる不都合を防止することができる。また、ギャップG1に対する回収動作を行うときは、基板P表面や基板ステージPST上面に対する回収動作を行うときに比べて、基板ステージPSTの移動速度を低速にしてもよいし、基板ステージPSTの移動と停止とを繰り返しながらギャップG1近傍の液体回収を行うようにしてもよい。また、ギャップG1近傍に対する回収動作を行うときには、基板ステージPSTを+Z方向に上昇し、回収口23と基板ステージPST（基板P）との距離を基板Pの液浸露光時における距離よりも短くして、つまり基板ステージPSTを回収口23に近づけた状態で回収動作を行うようにしてもよい。もちろん、基板P表面や基板ステージPST上面（プレート部57の平坦面57Aなど）に対する回収動作を行うときも、上述同様、回収口23に対して基板Pあるいは基板ステージPSTを近づけることができる。また、回収口23を有する流路形成部材30にZ駆動機構を設けておき、基板Pの露光後において液体回収を行うために回収口23と基板ステージPSTとを近づけるときには、流路形成部材30を-Z方向に移動して基板ステージPSTに近づけてもよいし、流路形成部材30と基板ステージPSTとの双方を移動するようにしてもよい。

なお、基板P表面や基板ステージPSTの上面に残留した液体を回収するための、液体回収機構20の回収口23と基板ステージPSTとの相対的な移動は、投影光学系PLの光学素子2の像面側の光路空間を満たしていた液体1のほどんを回収口23から回収した後を開始するのが望ましい。

また、図14に示すように、基板Pに切欠部であるノッチ部NTが形成されている形態の場合、基板Pの液浸露光完了後において、制御装置CONTは、基板Pのノッチ部NTに液体回収機構20の回収口23を対向するように配置し、液

体回収動作（吸引動作）を重点的に行うようにしてもよい。ここで、図14において、プレート部57の内側面にはノッチ部NTの形状に対応した突起部57Bが形成されており、ノッチ部NTと突起部57Bの側面との間には所定のギャップG2が形成されている。基板Pのノッチ部NTとプレート部57との間のギャップG2には液体1が浸入する可能性が高いが、ノッチ部NT近傍に対する回収動作を重点的に行うことで、ギャップG2に液体1が浸入する不都合を防止でき、仮に浸入してもその液体1を良好に回収することができる。したがって、ギャップG2を介して基板ステージPST内部に液体1が浸入して基板ステージPST内部に錆びや漏電が生じる不都合を防止することができる。また、回収口23を使ってノッチ部NT近傍に対する回収動作を行うとき、回収口23に対して基板ステージPSTを停止した状態で、換言すれば回収口23とノッチ部NTとの相対位置を維持した状態で、回収動作を行うようにしてもよい。こうすることにより液体回収を良好に行うことができる。あるいは、ノッチ部NT近傍に対する回収動作を行うときは、上記ギャップG1に対する回収動作を行うときや基板P表面及び基板ステージPST上面に対する回収動作を行うときに比べて、基板ステージPSTの移動速度を低速にするようにしてもよい。

なお、上述したギャップG1やギャップG2に対する液体回収動作は、図12や図13に示した液体回収動作と組み合わせて実行するようにしてもよい。

また、ここでは、基板Pの切欠部としてノッチ部NTを例にして説明したが、基板Pにオリエンテーションフラット部が形成されている形態であっても、そのオリエンテーションフラット部近傍に対する回収動作を重点的に行うことによって、液体回収を良好に行うことができる。

以上説明したように、基板Pに対する露光動作中など、露光光ELが投影光学系PLの像面側に照射されているときに、液体回収機構20による液体1の回収を行わないようにすることで、その基板Pに対する露光動作中に、液体1の回収動作に起因する音や振動を発生させないようにすることができる。したがって、音や振動によって露光精度が低下する不都合を防止することができる。

また、本実施形態では、基板Pに対する露光完了後に、液体回収機構20の回収口23に対して基板Pを保持した基板ステージPSTをXY方向に移動するこ

とで、回収しきれずに基板P上あるいは基板ステージP S T上に残存した液体1や基板PのエッジのギャップG 1やギャップG 2の液体を回収することができる。したがって、残存する液体1に起因するウォーターマークの発生や、装置の錆び、あるいは環境の変動等といった不都合の発生を防止することができる。

なお、本実施形態において、制御装置CONTは、投影光学系PLの像面側に露光光ELが照射されているときに、バルブ2 4 A～2 4 Dを使って複数の回収管2 2 A～2 2 Dの全ての流路を閉塞するが、複数の回収管2 2 A～2 2 Dのうちの一部の回収管、例えば投影領域AR 1に対して非走査方向両側の回収口2 3 B、2 3 Dに接続する回収管2 2 B、2 2 Dの流路のみを閉塞し、他の回収管2 3 A、2 3 Cの流路は開放して、露光動作中において回収口2 3 A、2 3 Cより液体1の回収動作を行うようにしてもよい。これにより、振動発生源の位置が低減されるため、露光精度に与える影響を低減することができる。あるいは、回収口2 3 A～2 3 D（回収管2 2 A～2 2 D）のそれぞれに互いに独立した別々の液体回収部を接続し、これら複数の液体回収部（真空系）のうち、一部の液体回収部を駆動し、他の液体回収部は駆動しないといった構成とすることもできる。

なお、上述の実施形態において、露光中あるいは露光の前後に、基板Pのエッジとプレート部5 7との境界が液浸領域AR 2に含まれてしまうようなショット領域（例えばS 3、S 6、S 1 5、S 1 8）を露光するときの基板P（基板ステージP S T）の走査速度を、基板Pの中央付近のショット領域（例えばS 9）を露光するときの基板Pの走査速度よりも低く設定してもよい。これにより、プレート部5 7の上面5 7 Aと基板P表面との間にわずかな段差が生じていても、投影光学系PLと基板Pとの間の液体1の圧力変化を抑制することができ、その圧力変化に起因する投影光学系PL（レンズ2）の変動や基板ステージP S Tの変動を防止することができる。また液体1の流出や飛散も抑えることができる。更に、露光時に限らず、基板Pのエッジとプレート部5 7との境界が液浸領域AR 2内に位置している場合に、基板ステージP S Tの移動速度を小さくするようにしてもよい。

ところで、上記実施形態では、投影光学系PLの像面側に露光光ELを照射して基板PにマスクMのパターンを露光する場合を例にして説明したが、例えば、

投影光学系 P L の像面側である基板ステージ P S T 上に配置された光センサ部 5 8 による、投影光学系 P L 及び投影光学系 P L の下に保持された液体 1 を介した露光光 E L の検出動作中についても、本発明を適用することができる。つまり、制御装置 C O N T は、基板ステージ P S T 上の光センサ部 5 8 に投影光学系 P L 及び液体 1 を介して露光光 E L が照射されているときに、液体回収機構 2 0 による液体 1 の回収を行わない。これにより、光センサ部 5 8 による露光光 E L の検出動作中に、液体 1 の回収に起因する音や振動が発生しないので、音や振動によって検出精度が低下する不都合を防止することができる。

光センサ部 5 8 を使って露光光 E L を検出する際、制御装置 C O N T は、基板 P に対する露光処理前（あるいは後）において、基板ステージ P S T を動かして投影光学系 P L と光センサ部 5 8 とを対向させ、液体供給機構 1 0 より投影光学系 P L と光センサ部 5 8 との間に液体 1 を供給する。そして、投影光学系 P L と光センサ部 5 8 との間に液体 1 が満たされて液浸領域 A R 2 が形成された後、制御装置 C O N T は照明光学系 I L より露光光 E L を射出し、投影光学系 P L 及び液体 1 を介して光センサ部 5 8 に照射する。このとき、液体回収機構 2 0 による液体 1 の回収は行われぬ。光センサ部 5 8 の検出結果は制御装置 C O N T に出力され、制御装置 C O N T はその検出結果に基づいて、例えば投影光学系 P L の結像特性調整や照度調整、あるいは液体 1 の温度調整など、投影光学系 P L の像面側に露光光 E L が所望の状態で照射されるような調整処理を行う。そして、光センサ部 5 8 による検出動作の完了後、制御装置 C O N T は、液体回収機構 2 0 による液体 1 の回収を行う。そして、前記調整処理及び液体 1 の回収が終了した後、制御装置 C O N T は、基板 P に対する露光動作を開始する。なお、光センサ部 5 8 に露光光 E L を照射した後の液体回収動作においても、制御装置 C O N T は、図 1 2 等を参照して説明したように、液体回収機構 2 0 の回収口 2 3 に対して基板ステージ P S T （光センサ部 5 8 ）を移動し、基板ステージ P S T 上に残存する液体 1 の回収を十分に行った後、基板 P に対する露光処理を行うことができる。

なお、上述した各実施形態では、照明光学系 I L より射出された露光光 E L が投影光学系 P L の像面側に照射されているときに、液体 1 の回収を行わない構成

であるが、像面側に照射される光は、照明光学系 I L より射出される露光光 E L に限られない。例えば、マスク M 及び基板 P を所定位置に対してアライメントする際に、基板ステージ P S T 上に設けられた基準マーク F M を、マスクアライメント系 9 0 を使って T T M ( T T R ) 方式で検出する際、マスク M の上方に設置されたマスクアライメント系 9 0 からは、照明光学系 I L から射出される露光光 E L とは別のアライメント光が射出される。そのアライメント光は、マスク M に形成されたアライメントマークと投影光学系 P L とを介して基準マーク F M に照射される。この場合、投影光学系 P L と基準マーク F M を有する基板ステージ P S T 上の基準マーク部材との間に液体 1 を満たした状態で、基準マーク F M に前記アライメント光を照射して検出する構成が考えられるが、その場合においても、基準マーク F M の検出動作中に、すなわちアライメント光が投影光学系 P L の像面側に照射されているときに、液体回収機構 2 0 による液体 1 の回収を行わないようにすることで、音や振動を抑えた状態で基準マーク F M の検出動作を行うことができる。

また、上述の実施形態においては、1 枚の基板 P の露光完了後に、回収口 2 3 で基板 P 及び基板ステージ P S T 上面のほぼ全域を走査するようにして、残留した液体を回収するようにしているが、基板 P 上や基板ステージ P S T 上面に残留する液体が無い、もしくは極めて少量の場合には、回収口 2 3 での基板 P 及び基板ステージ P S T 上面の全域走査を省略してもよい。また、基板 P の露光完了後の回収口 2 3 の走査を、基板 P 上の全域のみ行い、基板ステージ P S T 上面の走査を省略するようにしてもよい。

なお、本実施形態においては、ステッピング期間中の回収動作と回収口 2 3 での基板 P (基板ステージ P S T) 上面の残留液体の回収動作との両方を実行するようにしているが、どちらか一方を省略することもできる。

次に、本発明の露光装置の別の実施形態について、図 1 5 を参照しながら説明する。以下の説明において上述した実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略もしくは省略する。

本実施形態では、基板 P の露光中にも液体供給機構 2 0 による基板 P 上の液体 1 の吸引回収動作を行う。そして、本実施形態の特徴的部分は、基板 P の露光中、



液体供給機構 10 による基板 P 上に対する単位時間あたりの液体供給量を、液体回収機構 20 による基板 P 上からの単位時間あたりの液体回収量よりも多く点にある。

図 15 に示すように、制御装置 CONT は、基板 P の露光中に、液体供給機構 10 の供給口 13、14 より基板 P 上に液体 1 を供給するとともに、真空系を備えた液体回収機構 20 の回収口 23 より基板 P の上方から基板 P 上の液体 1 を吸引回収し、投影光学系 PL と基板 P との間に液体 1 の液浸領域 AR 2 を形成する。このとき、制御装置 CONT は、基板 P の露光中において、液体供給機構 10 による基板 P 上に対する単位時間あたりの液体供給量を、液体回収機構 20 による単位時間あたりの液体回収量よりも多くする。

こうすることにより、液体回収機構 20 が基板 P の上方からその基板 P 上の液体 1 を吸引回収するときはその周囲の気体とともに回収し、それによって音や振動が発生しても、その音や振動を低減することができる。すなわち、上述したように、音や振動が発生する原因は、噛み込んだ気体により液体 1 が回収口 23 を介して回収流路 84 に断続的に流入し、断続的に流入することで液体 1 が粒状に分割され、その分割された液体 1 が回収流路 84 や回収管 22 に衝突することで音や振動が発生する。そこで、露光中の基板 P 上への液体供給量を回収量よりも多くし、回収口 23 A ~ 23 D が極力液体 1 で塞がるようにして、液体回収機構 20 が液体 1 を気体とともに回収するときの液体 1 の割合を多くする。

これにより、気体の噛み込み量が少なくなり、液体 1 を回収口 23 を介して回収流路 84 にほぼ連続的に流入させることができ、回収口 23 より流入する液体 1 は分割されにくくなるので、音や振動を低減することができる。

なお、本実施形態においても、一方の供給口（例えば供給口 13）を省略、あるいは一方の供給口（例えば供給口 13）を使わずに、一つの供給口 14 から液体 1 を供給し続けるようにしてもよい。

また、基板 P に対する露光完了後、制御装置 CONT は、図 12 や図 13 を参照して説明したように、液体回収機構 20 の回収口 23 に対して基板 P を保持した基板ステージ PST を移動して、基板 P 上あるいは基板ステージ PST 上の液体 1 を回収するようにしてもよい。また、図 14 に示したように、基板 P のエッ

ジのギャップG 1、G 2の液体の回収を行うようにしてもよい。本実施形態では、液体供給機構10による液体供給量を液体回収機構20による液体回収量より多くしているので、回収しきれなかった液体1が基板P上や基板ステージPST上に残存する可能性がある。そこで、基板Pの露光完了後に、回収口23に対して基板P及びその基板Pを保持した基板ステージPSTをXY方向に移動し、液体1を回収することで、基板Pや基板ステージPST上に液体1が残存する不都合の発生を防止することができる。

なお、図1～図15を用いて説明した上記各実施形態において、液体供給機構10の供給口13、14は投影領域AR1に対して走査方向(X軸方向)両側に設けられている構成であるが、非走査方向(Y軸方向)両側に別の供給口を設け、これら複数の供給口を組み合わせる液体供給を行うようにしてもよい。あるいは、供給口は投影領域AR1の周りを全て囲むように環状に設けられてもよい。

なお、上記実施形態では、トラップ面70は第1部材31の下面において投影領域AR1の走査方向両側のみに設けられている構成であるが、投影領域AR1に対して非走査方向に設けられた構成とすることも可能である。一方、液体1が流出しやすいのは走査方向両側であるため、投影領域AR1の走査方向両側のみにトラップ面70を設ける構成であっても、流出しようとする液体1を良好に捕捉できる。また、トラップ面70はフラット面である必要は無く、例えば複数の平面を組み合わせた形状であってもよい。あるいは、トラップ面70は曲面状であってもよく、表面積拡大処理、具体的には粗面処理を施されていてもよい。

なお、上記実施形態においては、流路形成部材30を3つの部材を使って形成しているが、部材の数はこれに限るものではない。また、本実施形態において、流路形成部材30を形成する部材31～33は四角形の板状部材であるが、円形の板状部材であってもよいし、X軸方向に長い楕円状の板状部材であってもよい。また、供給口13、14への流路と、回収口23A、23B、23C、23Dへの流路とを各々別の部材に形成してもよいし、各口毎に別々の部材に流路を形成してもよい。

なお、本実施形態において、供給流路82及び回収流路84は流路形成部材30内部に一体で設けられているが、図16に示すように、供給流路82と回収流

路 8 4 とは互いに異なる部材により形成されていてもよい。図 1 6 において、投影光学系 P L (光学素子 2) の - X 側には供給流路 8 2 A を形成する第 1 供給部材 1 2 0 が設けられ、+ X 側には供給流路 8 2 B を形成する第 2 供給部材 1 2 1 が設けられている。第 1、第 2 供給部材 1 2 0、1 2 1 それぞれは、テーパ状溝部 4 3、4 4 を有しており、平面視略円弧状の供給口 1 3、1 4 より基板 P 上に液体 1 を供給する。また、投影光学系 P L の光学素子 2 及び第 1、第 2 供給部材 1 2 0、1 2 1 を取り囲むように、回収流路 8 4 を形成する回収部材 1 2 2 が設けられている。本実施形態において、回収流路 8 4 に接続する回収口 2 3 は、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 及び供給口 1 3、1 4 の周囲を囲む円環状に形成されている。そして、その回収口 2 3 には、複数 (4 つ) のテーパ状流路 1 2 3 及び回収管 2 2 が接続されている。

なお、上述した実施形態においては、基板ステージ P S T は、基板 P を囲むように設けられた環状のプレート部 5 7 を備えた構成であるが、図 1 7 A 及び図 1 7 B に示すように、基板ステージ P S T の上面を、その基板ステージ P S T に保持された基板 P 表面とほぼ面一に設けてもよい。ここで、図 1 7 A は基板ステージ P S T の側面図、図 1 7 B は平面図である。図 1 7 A 及び図 1 7 B において、基板ステージ P S T 上には凹部 5 2 B が設けられており、凹部 5 2 B の内部には基板 P を保持する基板ホルダ P H が設けられている。そして、基板ステージ P S T のうち凹部 5 2 B 以外の上面 5 2 A は、基板ホルダ P H に保持された基板 P の表面とほぼ同じ高さ (面一) になるような平坦面となっている。また、基板ステージ P S T に設けられている移動鏡 5 5 の上面も、基板ステージ P S T の上面 5 2 A とほぼ同じ高さ (面一) になっている。

図 1 7 A 及び図 1 7 B に示した基板ステージ P S T 上の基板 P に対する液浸露光処理が完了した後、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 による液体供給を停止する。一方、制御装置 C O N T は、基板 P に対する液浸露光処理が完了した後、基板ステージ P S T を揺動しながら (小さいストロークで動かしながら)、液体回収機構 2 0 によって基板 P 上の液体 1 を回収する。基板ステージ P S T を揺動しながら回収動作を行うことにより、基板 P 上の液体 1 をより良好に回収することができる。

そして、基板ステージPSTを揺動しながら基板P上の液体1を回収した後、制御装置CONTは、液体回収機構20の回収口23に対して、所定の移動軌跡で基板ステージPSTを移動し（図12及び図13参照）、基板P表面の全域に対して回収口23を走査する。こうして、基板Pの表面全域に対する液体回収動作を行った後、制御装置CONTは、基板Pを基板ステージPSTから搬出（アンロード）する。次いで、被露光対象である基板Pが基板ステージPSTに搬入（ロード）される。制御装置CONTは、この基板Pに対して液浸露光を行った後、上述同様、基板Pの表面全域に対する液体回収動作を行った後、その基板Pをアンロードする。

本実施形態においては、基板Pの液浸露光完了後、液体回収機構20による基板Pの表面全域に対する液体回収動作は、基板ステージPSTに順次載置され、露光された基板Pのそれぞれに対して（基板P毎に）行われる。液浸露光後の基板P上に液体1が残存している場合、基板Pにウォーターマークが形成されたり、アンロードされた基板Pの搬送経路上に基板Pから液体1が落下（飛散）する不都合が生じる。しかしながら、本実施形態においては、基板P毎に、その基板Pの表面全域に対する液体回収動作を行うことにより、液浸露光後の基板P上に残存した液体1に起因する不都合を防止できる。

また、制御装置CONTは、所定基板処理枚数毎（あるいは所定時間間隔毎）に、基板Pの表面全域に加えて、基板ステージPSTの上面52Aの全域に対する液体回収動作を行う。例えば制御装置CONTは、基板Pの表面全域及び基板ステージPSTの上面全域に対する液体回収動作を、基板Pのロット毎に行う。基板Pの表面全域及び基板ステージPSTの上面全域に対する液体回収動作を行うためには、図12や図13を参照して説明したように、液体回収機構20の回収口23に対して、所定の移動軌跡で基板ステージPSTを移動すればよい。液浸露光後において、基板ステージPSTの上面52Aに液体1が残存する確率は低く、仮に上面52Aに液体1が残存していても、その量が僅かであれば、次にロードされる基板Pの露光処理に与える影響は少ない。したがって、基板ステージPSTの上面52Aに対する液体回収動作は、例えば基板Pのロット毎に行うことで、液体回収動作時間を短縮することができ、スループットを向上すること

ができる。また、図14に示したような液体回収動作を併用するようにしてもよい。

なお、基板Pのロット毎に、基板Pの表面全域に加えて基板ステージPSTの上面全域に対する回収動作を行うようにしてもよい。もちろん、基板P毎に、基板Pの表面全域に加えて基板ステージPSTの上面52A全域の液体回収動作を行うようにしてもよい。また、基板ステージPST上の基準マークFMやセンサ部58を液浸状態で使用した後に、基板ステージPSTの上面のみの液体回収動作を行うようにしてもよい。なお、このような場合にも、回収口23と基板Pの表面（基板ステージPSTの上面52A）との距離を短くすると、より確実に基板Pの表面や基板ステージPST上面の液体を回収することができる。こうすることにより、基板ステージPSTの上面52Aにウォーターマークが形成されることを防止できる。

なお、上述した各実施形態において、回収口23とは別の回収口を設けておき、液浸露光後において、回収口23を使った回収動作と、前記別の回収口を使った回収動作とを並行して行ってもよい。ここで、別の回収口とは、液浸露光処理中には使われない回収口であって、例えば、投影領域AR1に対して回収口23の更に外側に設けられた回収口や、基板ステージPSTの上面や周囲に設けられた回収口である。

図18は、上述の実施形態の露光装置EXによる露光シーケンスの一例を示す図である。なお、基板ステージPSTは図17と同一である。また、図18に示した露光シーケンスは、先の図1～16を使って説明した実施形態と適宜組み合わせて実行することができる。

図18に示すように、基板P上にはX軸方向（走査方向）及びY軸方向にそれぞれ所定ピッチで複数のショット領域T1～T32が設定されている。制御装置CONTは、基板P上の第1のショット領域T1から露光を開始し、その後ショット領域T2、T3、…、T32を順次露光する。このとき、スリット状の投影領域AR1の各ショット領域での走査軌跡は、矢印U1、U2、U3、…、U32の順になる。つまり、本実施形態の露光シーケンスでは、連続した2つのショット領域を順次走査露光するときに、基板P（マスクM）が同一方向に移動しな

いように、各ショット領域の露光順序が決められており、制御装置CONTは、基板Pを+X方向（第1方向）と-X方向（第2方向）とに交互に移動しながら、基板P上の露光対象の複数のショット領域T1～T32を順次露光する。このように、基板ステージPSTの上面52Aが基板P表面とほぼ同じ高さになっているので、基板Pの周縁付近のショット領域を含めて基板Pを+X方向と-X方向とに交互に移動しながら露光することができる。なお実際には、基板Pが投影領域AR1に対して移動しながら各ショット領域の露光が行われるので、図18に示した矢印とは逆に基板Pが移動されることになる。

また、基板P上の各ショット領域T1～T32を順次露光するときに、ショット領域の基板P上での位置に応じて、一部のショット領域の露光の基板Pの走査速度を、その他のショット領域を露光するときの基板Pの走査速度よりも低下させるようにしてもよい。

図18に示す例の場合、基板Pの周縁部に形成されているショット領域T1、T4、T5、T10、T23、T28、T29、T32は、その一部が欠けており、またショット領域T2、T3、T30、T31は、そのショット領域のエッジと基板Pのエッジとの距離が短くなっているため、露光中あるいは露光の前後に基板Pのエッジと基板ステージPSTの上面52Aとの境界が液浸領域AR2に含まれてしまう。したがって、これらのショット領域を露光するときには、基板Pの走査速度を、基板Pの中央付近のショット領域（T13、T14など）を露光するときの基板Pの走査速度よりも低く設定するとよい。

これにより、基板P表面と基板ステージPSTの上面52Aとの間にわずかな段差があっても、投影光学系PLと基板Pとの間の液体の圧力変化を小さくできるばかりでなく、オートフォーカス方式及びオートレベリング方式でショット領域表面を投影光学系PLの像面に精度良く合わせ込むことができる。

また、基板ステージPSTの上面52A（基板P表面含む）の面積と液浸領域AR2の面積（大きさ）とに応じて、各ショット領域を露光するときの基板Pの走査速度を調整するようにしてもよい。例えば、基板Pのエッジ付近のショット領域（T1～T4、T29～T32など）を、基板Pの中央付近のショット領域（T13、T14など）と同様の走査速度で露光しようとする、基板Pの加速

開始位置（助走開始位置）で液浸領域AR 2が基板ステージP S Tの上面5 2 Aからはみ出してしまったり、基板Pの減速中、あるいは減速終了位置で液浸領域AR 2が基板ステージP S Tの上面5 2 Aからはみ出してしまう可能性がある。そのような場合には、基板Pのエッジ付近のショット領域（例えばT 1～T 4、T 2 9～T 3 2）を露光するときの基板Pの走査速度を下げるとよい。このようにすることで、基板Pのエッジ付近のショット領域（例えばT 1～T 4、T 2 9～T 3 2）を露光するときの基板Pの加速距離（助走距離）や減速距離を短くすることができ、基板ステージP S Tの上面5 2 Aから液浸領域AR 2がはみ出すことなく、投影光学系P Lと基板ステージP S Tの上面5 2 Aとの間に液体1を良好に保持したまま、各ショット領域（特に基板Pのエッジ付近のショット領域）を高い精度で露光することができる。

なお、加速距離や減速距離の不足に起因する、一部のショット領域を露光するときの走査速度の低下を避けたい場合や、基板Pのエッジ表面と基板ステージP S Tの上面5 2 Aとの段差に起因する、オートフォーカス方式及びオートレベリング方式による基板P表面の位置制御誤差を避けたい場合には、基板Pのエッジ付近のショット領域T 1、T 2、T 3、T 4、T 5、T 2 3、T 2 8、T 2 9、T 3 0、T 3 1、T 3 2を走査露光するときの基板Pの移動方向を、投影領域AR 1が基板Pの内側から外側へ移動するように設定してもよい。この場合も、出来るかぎり基板Pが+X方向と-X方向とに交互に移動されるような露光シーケンス（露光順序）を設定するのが望ましい。

上記実施形態において、液体1は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板P上のフォトリソトや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板Pの表面、及び投影光学系P Lの先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

そして、波長が193 nm程度の露光光E Lに対する純水（水）の屈折率 $n$ はほぼ1.44であるため、露光光E Lの光源としてAr Fエキシマレーザ光（波長193 nm）を用いた場合、基板P上では $1/n$ 、すなわち約134 nmに短

波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約  $n$  倍、すなわち約 1.44 倍に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系 PL の開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

なお、上述したように液浸法を用いた場合には、投影光学系 PL の開口数 NA が 1.0 ～ 1.3 になることもある。投影光学系 PL の開口数 NA が 1.0 を越える場合には、従来から露光光として用いられているランダム偏光光では偏光効果によって結像性能が悪化することもあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク（レチクル）のライン・アンド・スペースパターンのラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク（レチクル）のパターンからの S 偏光成分（ラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分）の回折光の割合を多くするとよい。投影光学系 PL と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系 PL と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が空気（気体）で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与する S 偏光成分の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系 PL の開口数 NA が 1.0 を越えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。なお、マスク（レチクル）としては位相シフトマスクを用いると効果的である。また、投影光学系 PL と基板 P との間の液体の状態、例えば液体の温度、液体の動き（速度や方向）、液体の圧力などによって、基板 P 上に照射される露光光の偏光状態が変化するので、各種条件の下で液体を介して基板 P に照射される露光光の偏光状態を考慮（例えばその偏光状態を計測）し、偏光方向や偏光度などについて偏光照明の最適化（偏光状態の計測結果に基づく最適化）を行うようにしてもよい。

本実施形態では、投影光学系 PL の先端に光学素子 2 が取り付けられており、このレンズにより投影光学系 PL の光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整を行うことができる。なお、投影光学系 PL の先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系 PL の光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光 EL を透過可能な平行平板であってもよい。

なお、液体 1 の流れによって生じる投影光学系 PL の先端の光学素子と基板 P



との間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

なお、本実施形態では、投影光学系P Lと基板P表面との間は液体1で満たされている構成であるが、例えば基板Pの表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体1を満たす構成であってもよい。

また、投影光学系P Lとして、国際公開第2004/019128号に開示されているように、光学素子2の像面側の光路空間とマスクM側の光路空間の両方を液体で満たすものを採用することもできる。

なお、本実施形態の液体1は水であるが水以外の液体であってもよい。例えば露光光E Lの光源がF<sub>2</sub>レーザである場合、このF<sub>2</sub>レーザ光は水を透過しないので、液体1としてはF<sub>2</sub>レーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイルや過フッ化ポリエーテル(PFPE)のフッ素系流体であってもよい。また、液体1としては、その他にも、露光光E Lに対する透過性がある程度だけ屈折率が高く、投影光学系P Lや基板P表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの(例えばセダー油)を用いることも可能である。

この場合も表面処理は用いる液体1の極性に応じて行われる。

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版(合成石英、シリコンウエハ)等が適用される。

露光装置E Xとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置(スキャニングステッパ)の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置(ステッパ)にも適用することができる。また、本発明は基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

また、本発明は、特開平10-163099号公報、特開平10-214783号公報、特表2000-505958号公報などに開示されているように、ウ

エハ等の被処理基板を別々に載置してXY方向に独立に移動可能な2つのステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。この場合は、2つのステージの各々で図1～18を使って説明した実施形態を実施することができる。

また、本発明は、特開平11-135400号公報などに開示されているように、ウエハなどの被処理基板を載置してXY方向に移動可能な基板ステージと、前述の光センサ部や基準マークを搭載して、基板ステージに対して独立に移動可能な計測ステージを備えた露光装置にも適用できる。この場合も、基板ステージで図1～18を使って説明した実施形態を実施することができ、さらに、計測ステージ上に液浸領域AR2を形成して、各種計測処理が終了した後に、回収口23と計測ステージとを相対的に走査して、計測ステージ上面に残留した液体を回収するようにしてもよい。

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD)あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータ(USP5,623,853またはUSP5,528,118参照)を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージPST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-166475号公報(USP5,528,118)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。マスクステ

ージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-330224号公報（US S/N 08/416, 558）に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

本実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学の精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学の精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。

各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図19に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、投影光学系の像面側に配置された基板上に、前記投影光学系と液体とを介して露光光を照射することによって前記基板を露光する露光装置であって、前記基板上に液体を供給する液体供給機構と、前記基板上に供給された液体を回収する液体回収機構とを備え、前記露光光が前記投影光学系の像面側に照射され

ているとき、前記液体回収機構は、前記液体の回収を行わないので、音や振動を低減した状態で露光処理を行うことができ、また、液体の残存に起因するパターンの劣化を防止することができるので、高い露光精度を維持しつつ所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

## 請求の範囲

1. 投影光学系の像面側に配置された基板上に、前記投影光学系と液体とを介して露光光を照射することによって前記基板を露光する露光装置であって、  
前記基板上に液体を供給する液体供給機構と、  
前記基板上に供給された液体を回収する液体回収機構とを備え、  
前記露光光が前記投影光学系の像面側に照射されているとき、前記液体回収機構は、前記液体の回収を行わない。
2. 請求項 1 記載の露光装置であって、  
前記露光光が前記投影光学系の像面側に照射されているときに、前記液体供給機構は、前記基板上への液体の供給を行い、さらに、  
前記液体回収機構は、前記液体の吸引回収を行わない。
3. 請求項 1 記載の露光装置であって、  
前記基板上の複数のショット領域を順次露光する場合、前記液体回収機構は、ある一つのショット領域の露光完了後であり、かつ、次のショット領域の露光開始までの少なくとも一部の期間において、前記基板上の前記液体の回収を行う。
4. 請求項 3 記載の露光装置であって、  
前記期間における前記液体回収機構による液体の回収は、所定数のショット領域の露光完了毎に行われる。
5. 請求項 3 記載の露光装置であって、  
前記期間における前記液体回収機構による液体の回収は、予め定められたショット領域の露光完了後に行われる。
6. 請求項 3 記載の露光装置であって、  
前記期間は、ある一つのショット領域の露光完了後、次のショット領域の露光

のための前記基板のステッピング移動中に定められる。

7. 請求項3記載の露光装置であって、

前記液体供給機構は、前記期間において液体の供給を継続する。

8. 請求項1記載の露光装置であって、

前記液体回収機構による液体の回収が開始されるまでに、前記基板上に供給された液体の少なくとも一部を保持する液体保持部を備える。

9. 請求項8記載の露光装置であって、

前記液体保持部は、毛細管現象を利用して液体を保持する。

10. 請求項8記載の露光装置であって、

前記液体保持部は、前記液体回収機構の液体回収口と兼用される。

11. 請求項1記載の露光装置であって、

前記液体回収機構は、前記基板の上方に回収口を有する。

12. 請求項1記載の露光装置であって、

前記液体回収機構は、一枚の基板の露光完了後に、前記基板上の液体の吸引回収を行う。

13. 請求項12記載の露光装置であって、

前記基板を保持して移動可能な基板保持部材を有し、

前記一枚の基板の露光完了後に、前記基板の上方に配置された前記液体回収機構の前記回収口と前記基板保持部材とを相対的に移動して、前記基板上あるいは前記基板保持部材上の液体を回収する。

14. 投影光学系の像面側に配置された基板上に、前記投影光学系と液体とを介

して露光光を照射することによって前記基板を露光する露光装置であって、  
前記基板を保持して移動可能な基板保持部材と、  
前記基板保持部材の上方に回収口を有し、前記基板上の液体を回収する液体回収機構とを備え、  
前記基板保持部材に保持された基板の露光完了後に、前記基板保持部材と前記液体回収機構の前記回収口とを相対的に移動させる。

15. 基板上の一部に液浸領域を形成して、その液浸領域を形成する液体と投影光学系とを介して前記基板に露光光を照射することによって前記基板を露光する露光装置であって、

前記基板の露光中に、前記基板上に液体を供給する液体供給機構と、  
前記基板の露光中に、前記基板の上方から前記基板上の液体を吸引回収する液体回収機構とを備え、

前記基板の露光中、前記液体供給機構による液体供給量は、前記液体回収機構による液体回収量よりも多い。

16. 請求項15記載の露光装置であって、  
前記液体回収機構は、前記基板上の液体を、その周囲の気体とともに回収する。

17. 請求項15記載の露光装置であって、  
前記基板を保持して移動可能な基板保持部材を備え、  
前記基板の露光完了後に、前記液体回収機構の回収口と前記基板を保持した前記基板保持部材とを相対的に移動して、前記基板上あるいは前記基板保持部材上の液体を回収する。

18. デバイス製造方法であって、  
請求項1記載の露光装置を用いる。

19. デバイス製造方法であって、

請求項 1 4 記載の露光装置を用いる。

2 0. デバイス製造方法であって、

請求項 1 5 記載の露光装置を用いる。

2 1. 投影光学系と液体とを介して基板に露光光を照射することによって前記基板を露光する露光装置であって、

前記投影光学系の像面側に配置され、前記投影光学系との間に液体を保持する可動部材と、

前記可動部材の表面と対向するように配置された回収口を有し、前記可動部材上の液体を回収可能な液体回収機構とを備え、

前記可動部材と前記液体回収機構の回収口とを相対的に移動させて、前記可動部材上の液体を回収する。

2 2. 請求項 2 1 記載の露光装置であって、

前記可動部材は、前記基板を保持可能な基板保持部材を含む。

2 3. 請求項 2 2 記載の露光装置であって、

さらに、前記基板保持部材に保持された基板と前記回収口とを相対的に移動させて、前記基板上の液体を回収する。

2 4. 請求項 2 1 記載の露光装置であって、

前記相対的な移動によって、前記回収口から前記可動部材の表面に残留した液体を回収する。

2 5. デバイス製造方法であって、

請求項 2 1 記載の露光装置を用いる。

2 6. 基板を保持して移動可能な移動体の上面と投影光学系との間に局所的に液



浸領域を形成し、前記投影光学系と前記液浸領域を形成する液体とを介して前記基板上に露光光を照射するとともに、該露光光に対して前記基板を移動することによって、前記基板上の複数のショット領域のそれぞれを走査露光する露光方法であって、

前記基板の移動速度は、前記複数のショット領域のそれぞれの前記基板上での位置に応じて決定される。

27. 請求項26記載の露光方法であって、

前記基板の周縁付近のショット領域を露光するときの前記基板の移動速度は、前記基板の中央付近のショット領域を露光するときの前記基板の移動速度よりも遅い。

28. 請求項26記載の露光方法であって、

前記基板の移動速度は、前記移動体の上面の大きさと前記液浸領域の大きさに基づいて決定される。

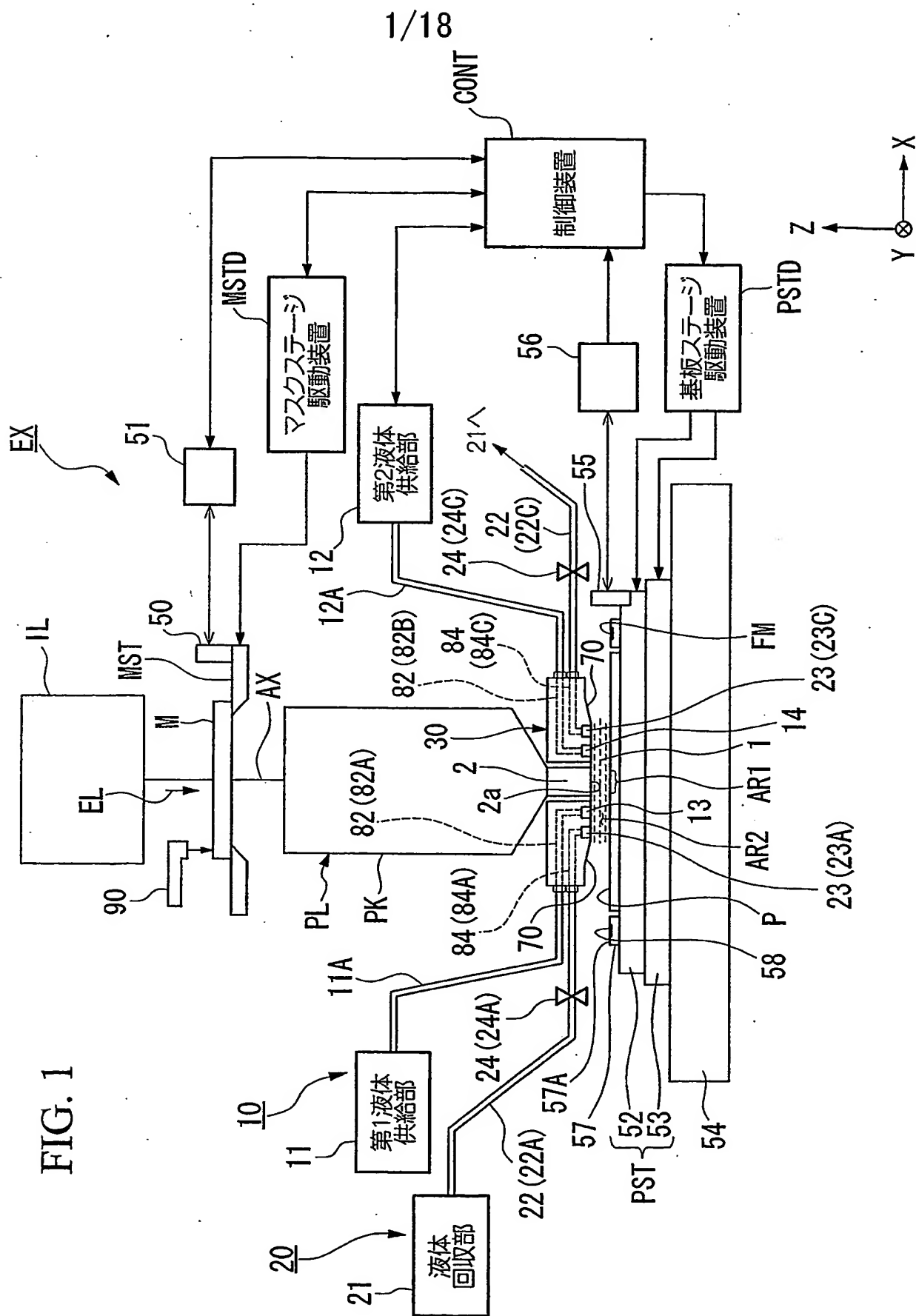
29. 請求項28記載の露光方法であって、

前記基板の移動速度は、前記移動体の上面に前記液浸領域を保持したまま、前記基板上の各ショット領域が露光できるように決定される。

30. 請求項29記載の露光方法であって、

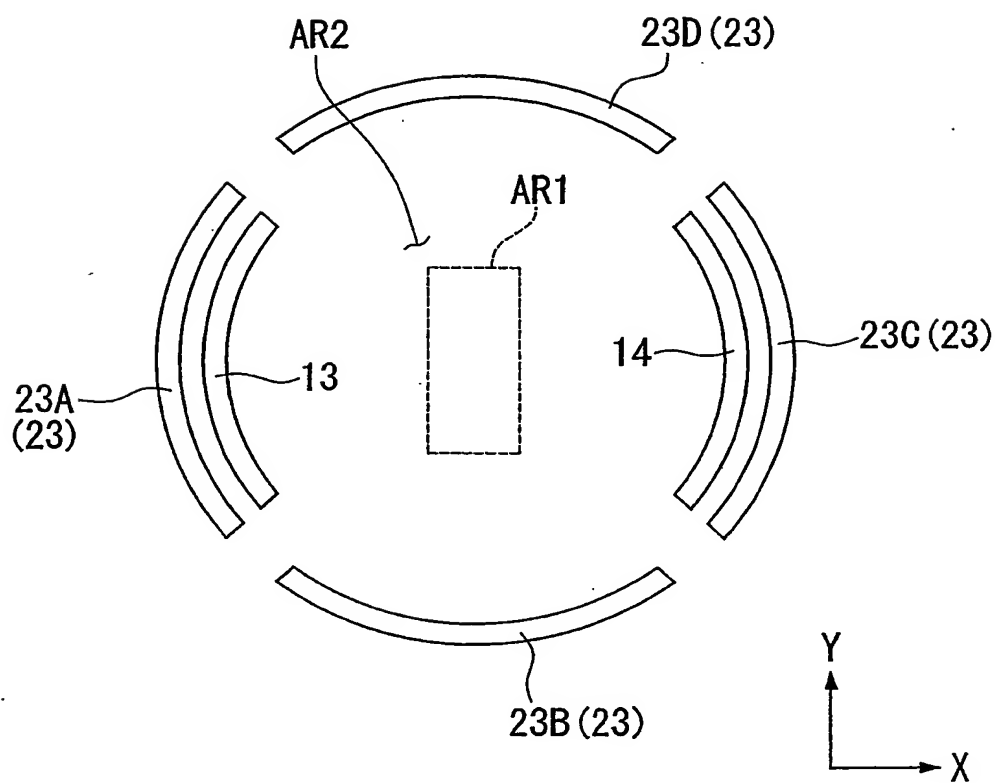
前記基板の移動速度は、前記基板上のショット領域を走査露光するときの、加速距離又は減速距離が確保できるように決定される。

FIG. 1



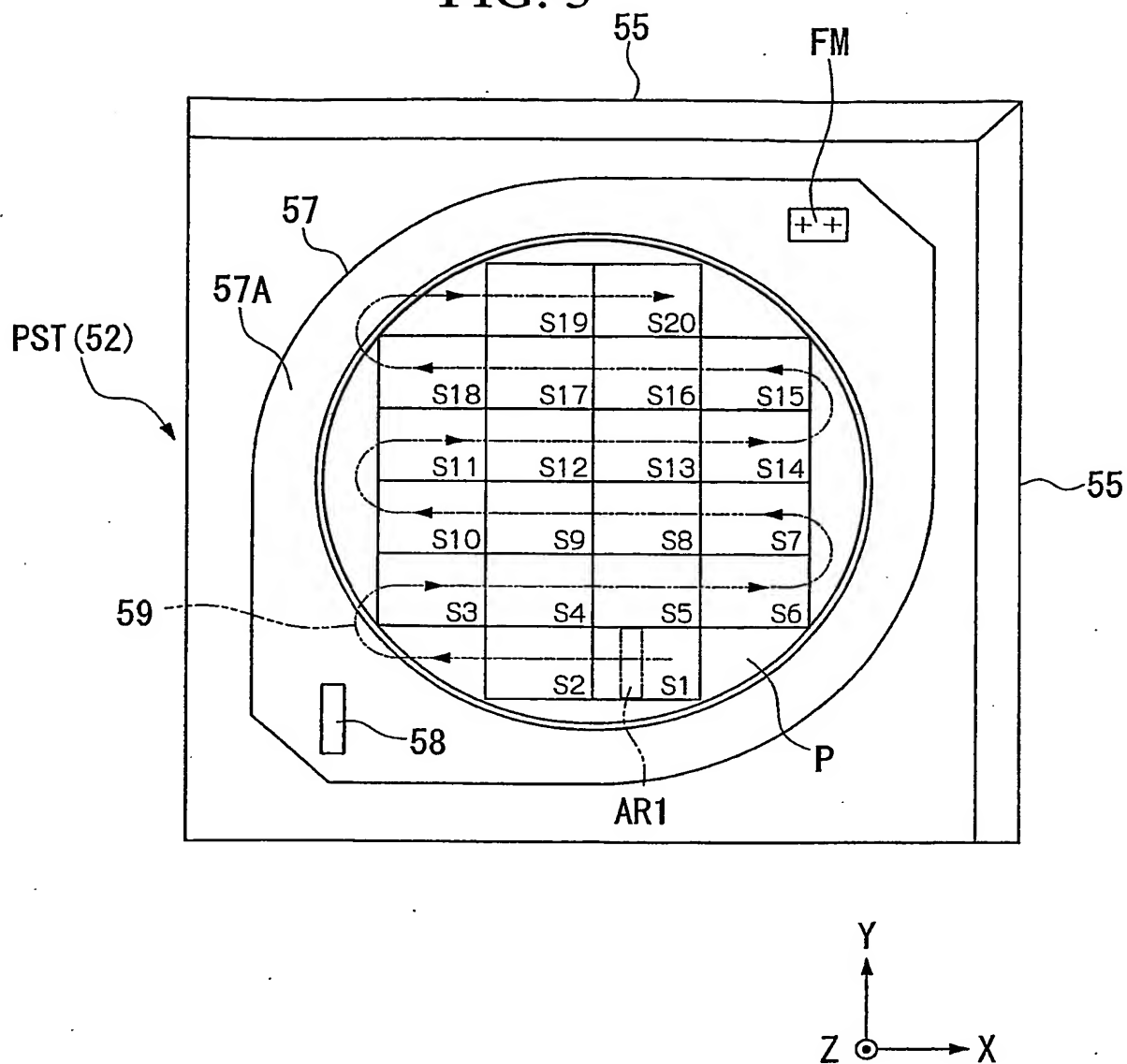
2/18

FIG. 2



3/18

FIG. 3



4/18

FIG. 4

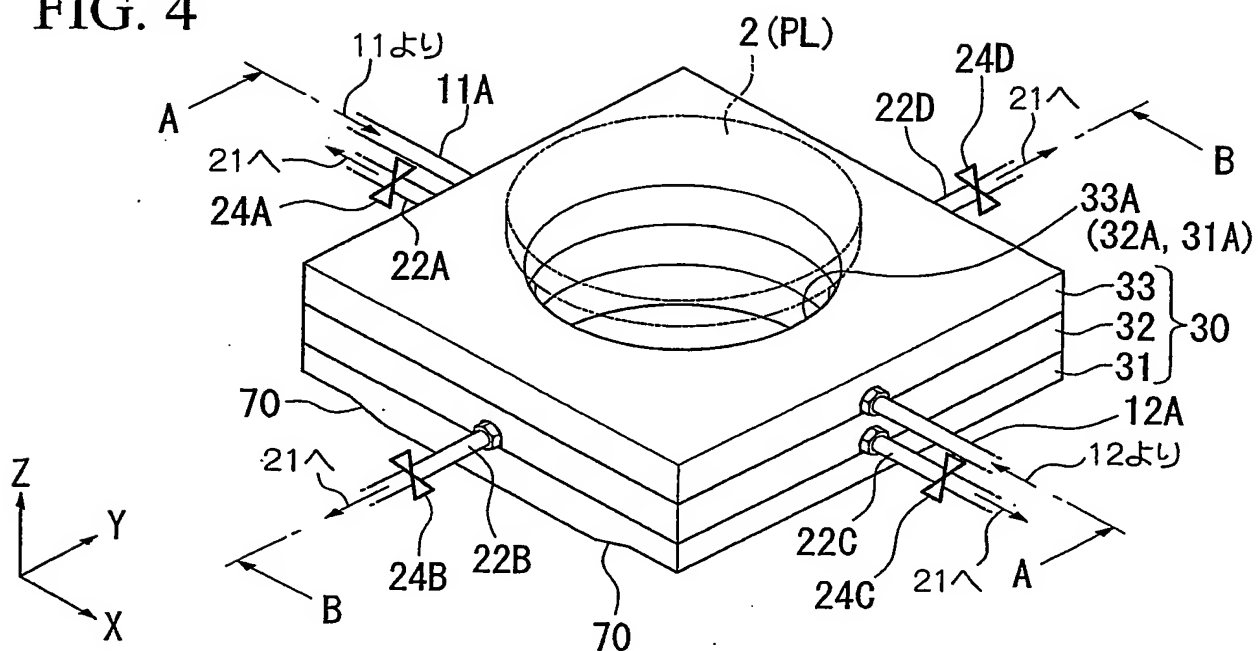
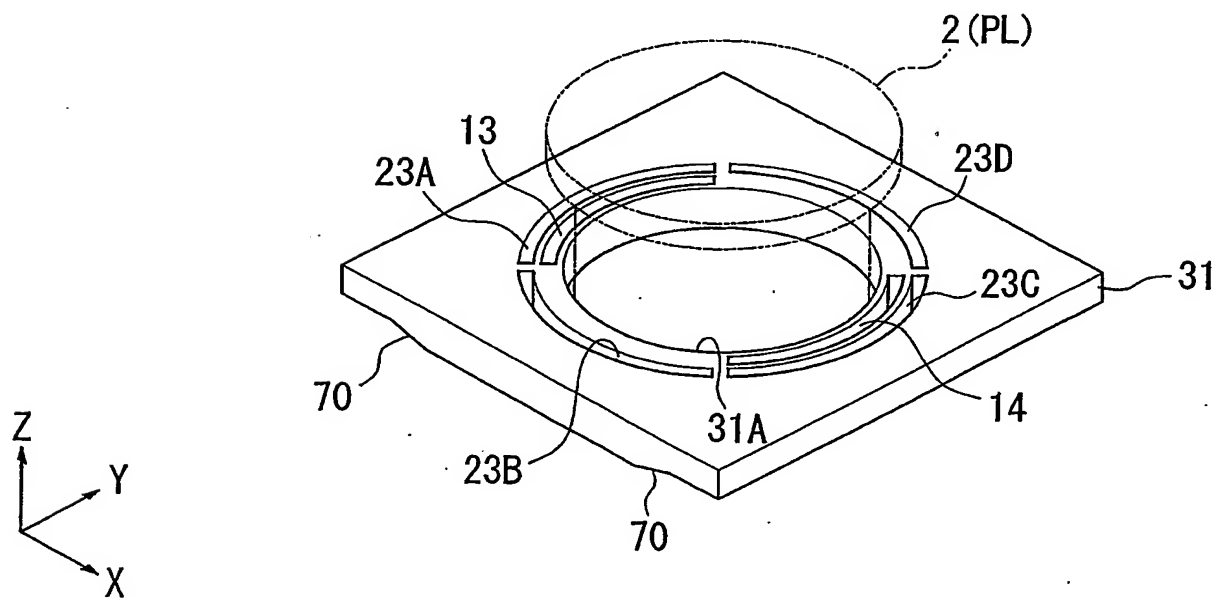


FIG. 5



5/18

FIG. 6A

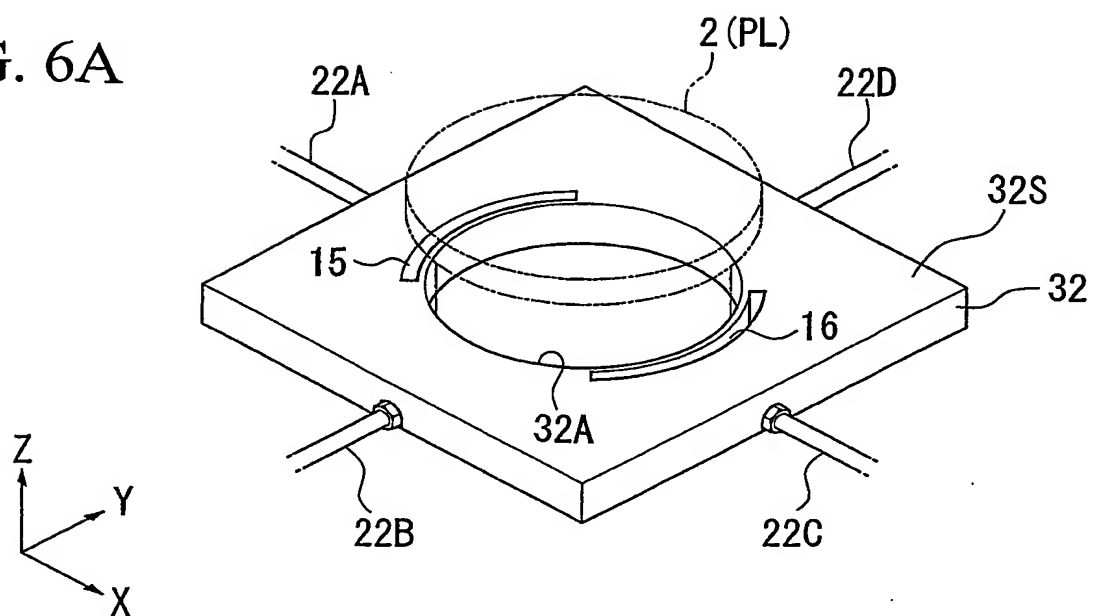
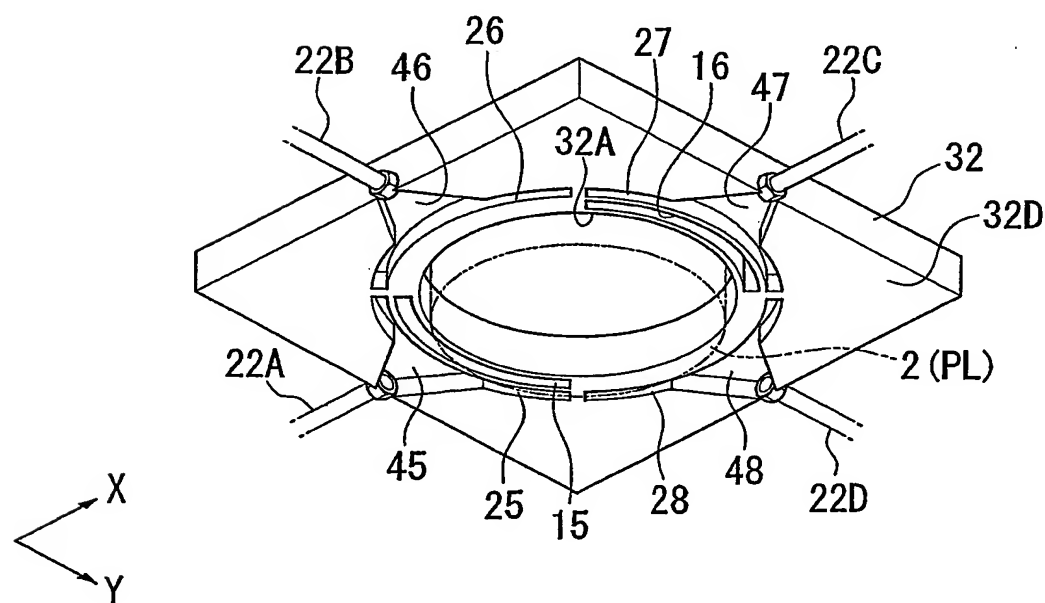


FIG. 6B



6/18

FIG. 7A

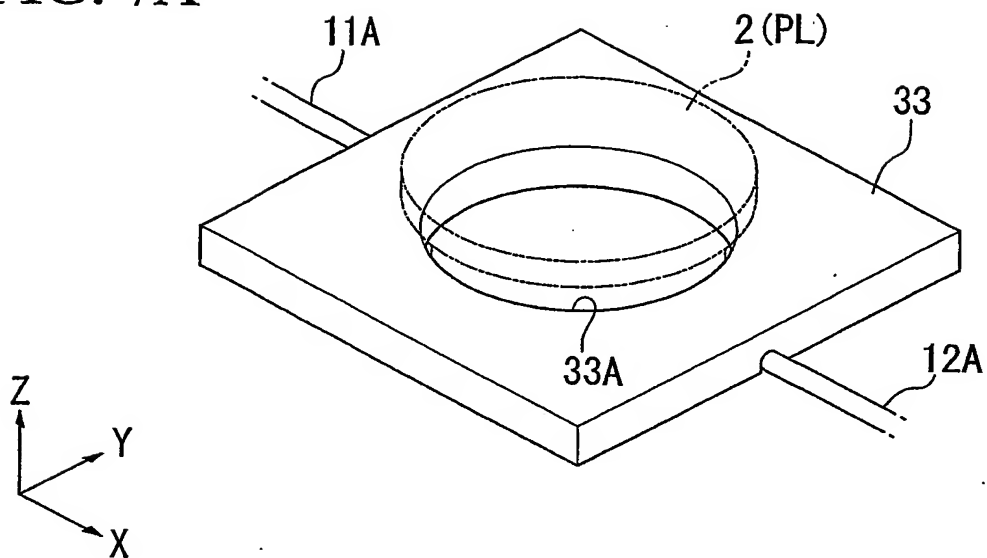


FIG. 7B

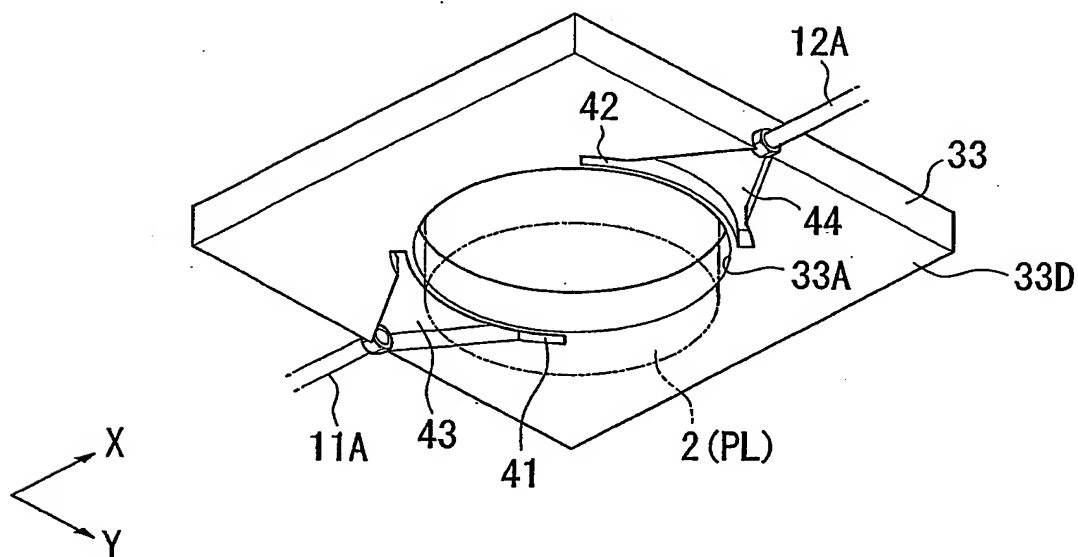


FIG. 8

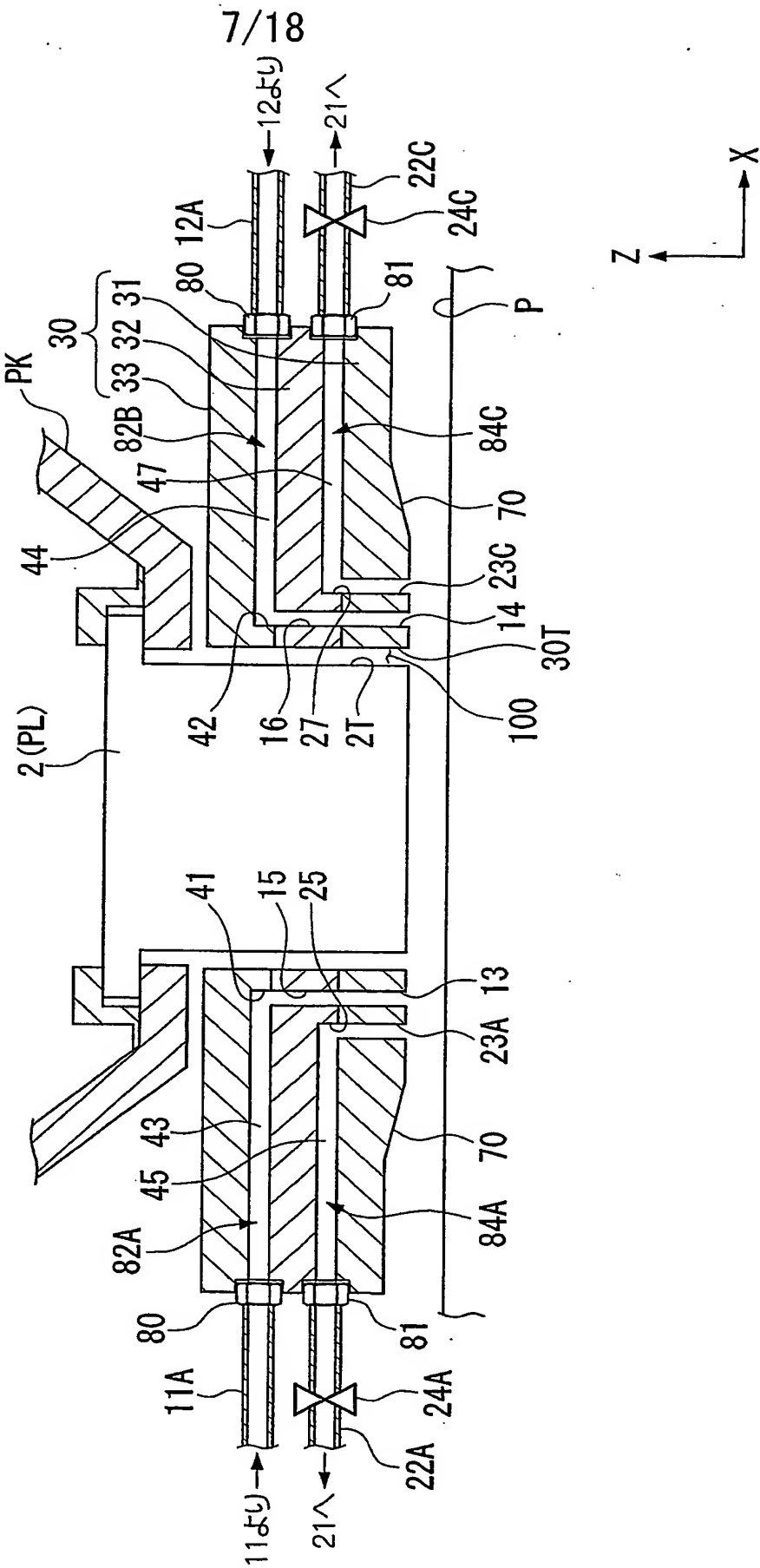




FIG. 9

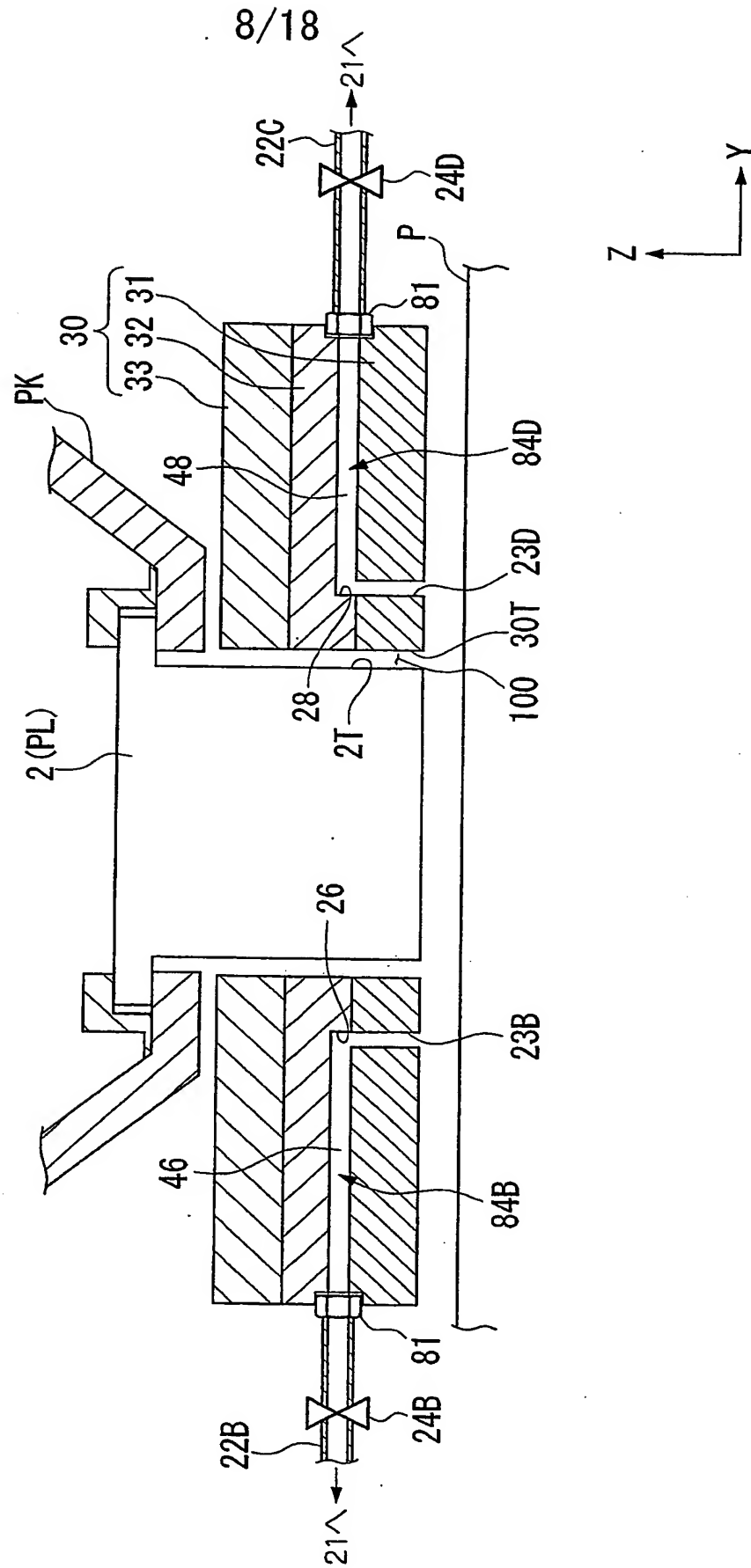


FIG. 10

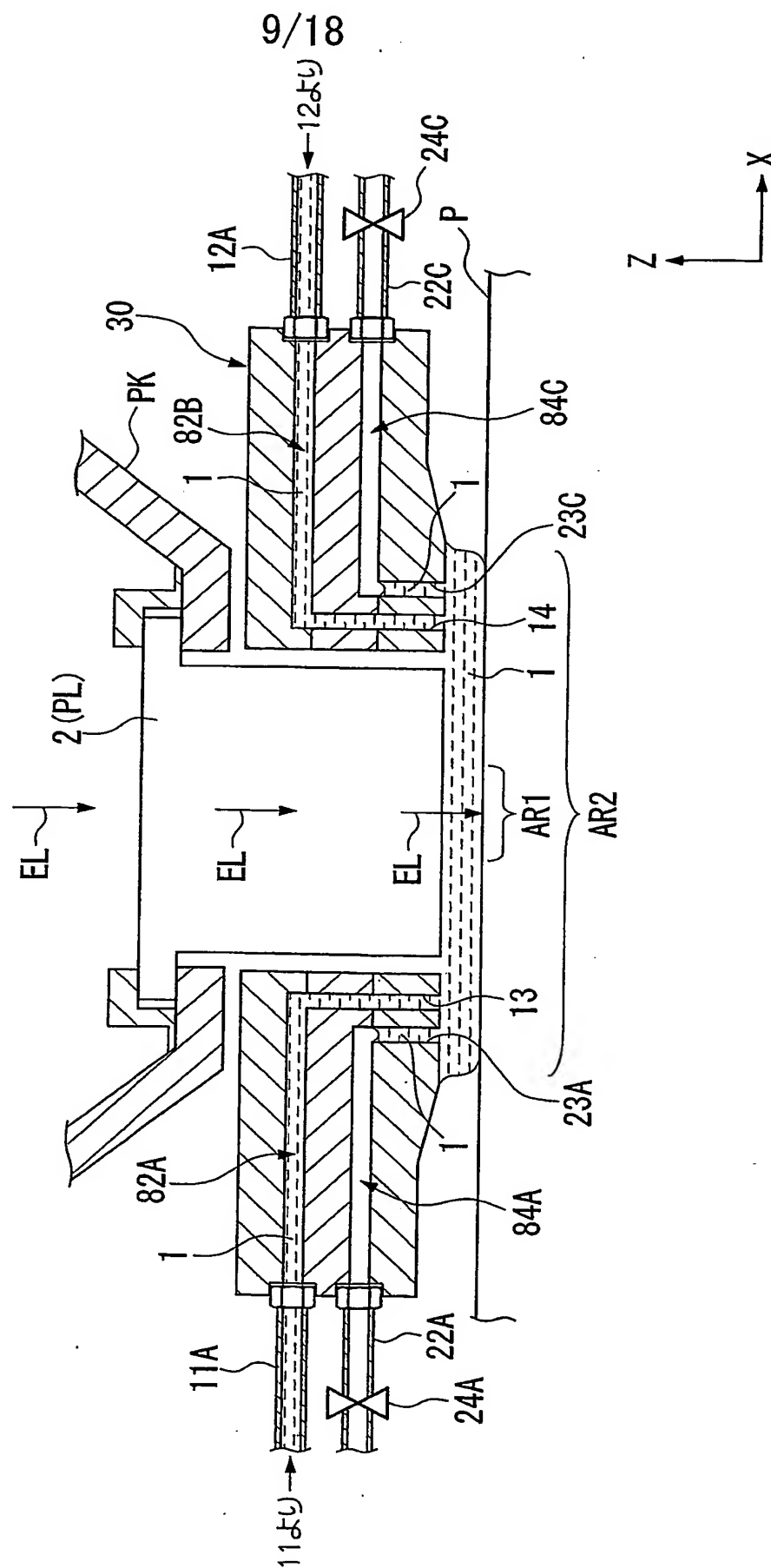
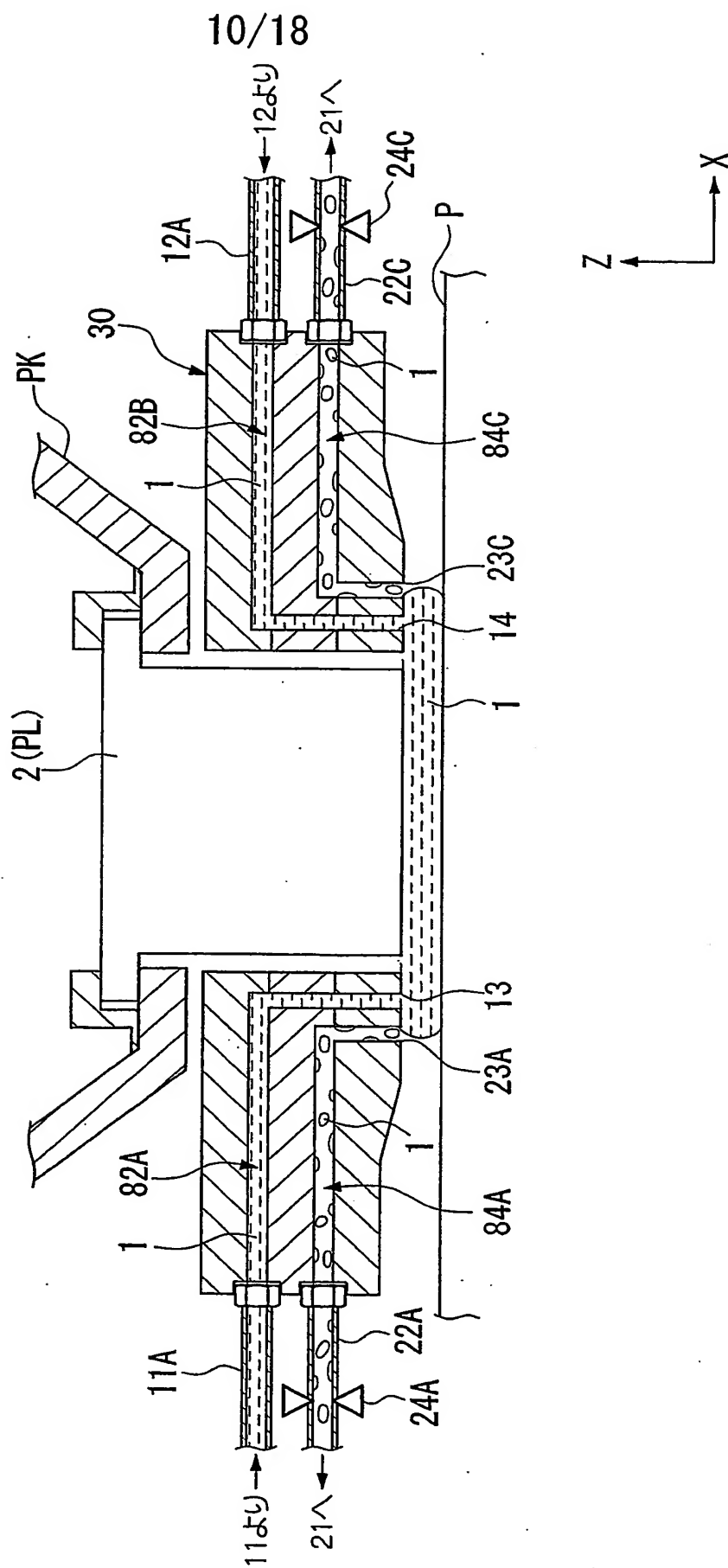
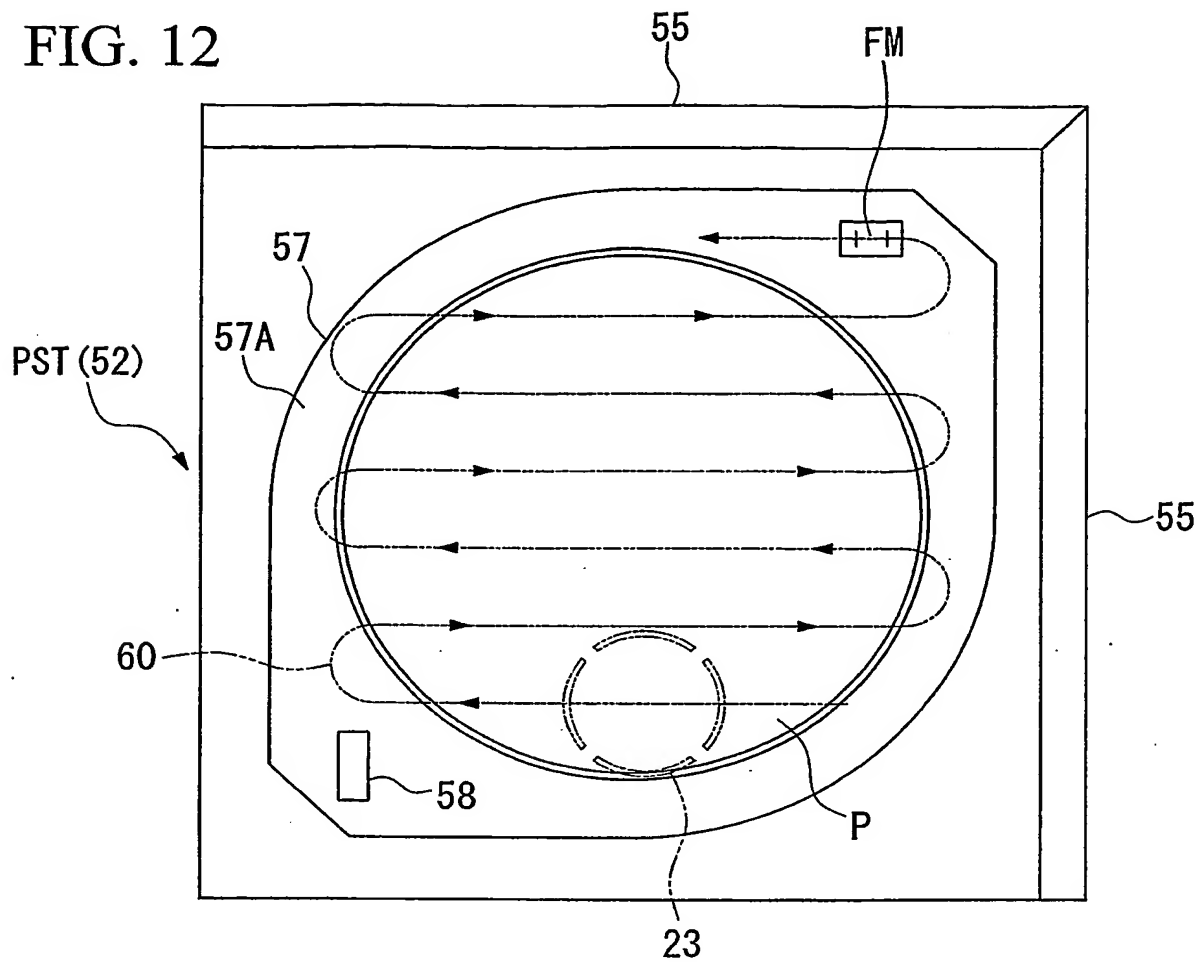


FIG. 11



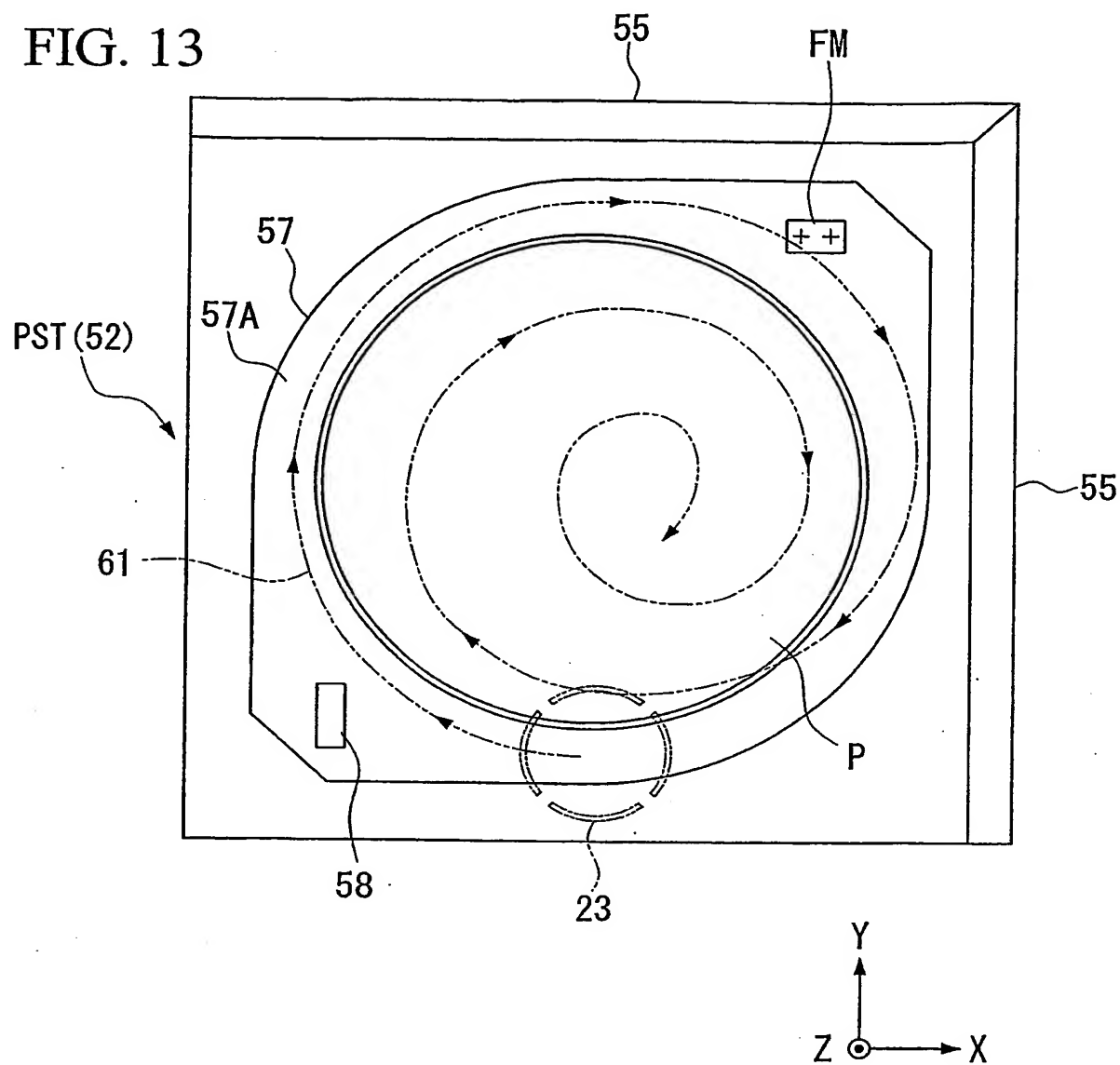
11/18

FIG. 12



12/18

FIG. 13



13/18

FIG. 14

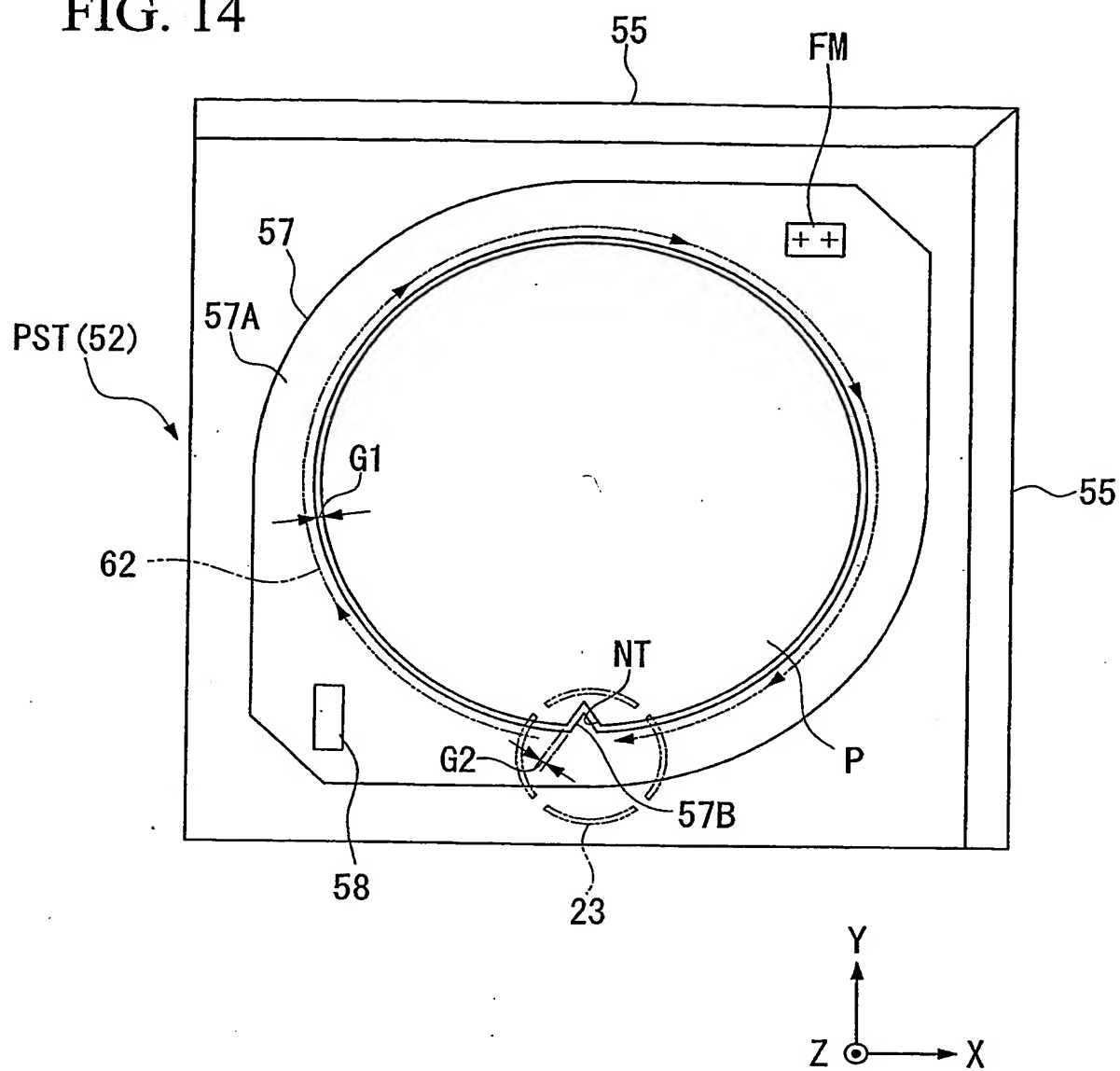
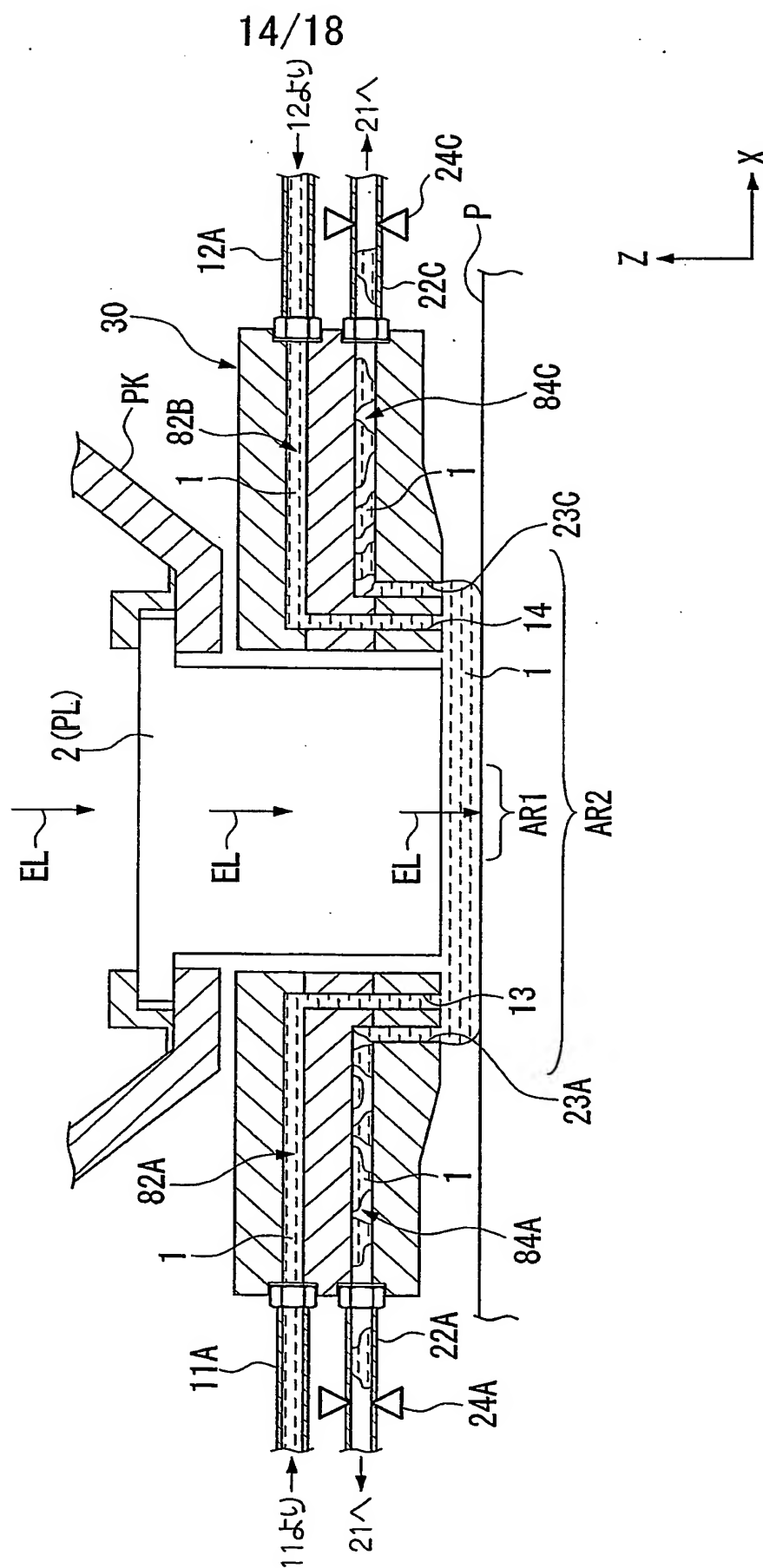


FIG. 15







16/18

FIG. 17A

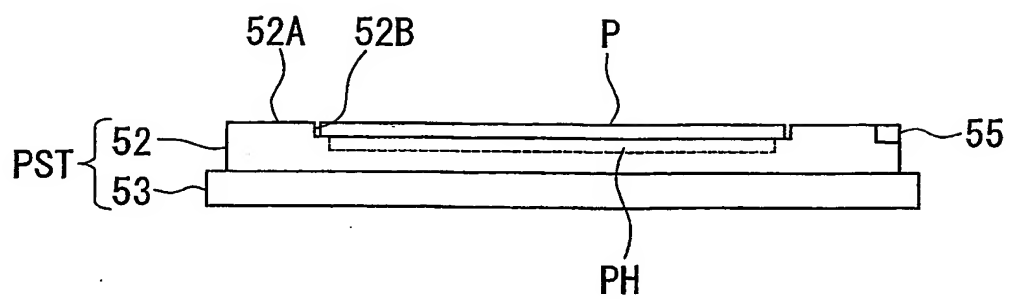


FIG. 17B

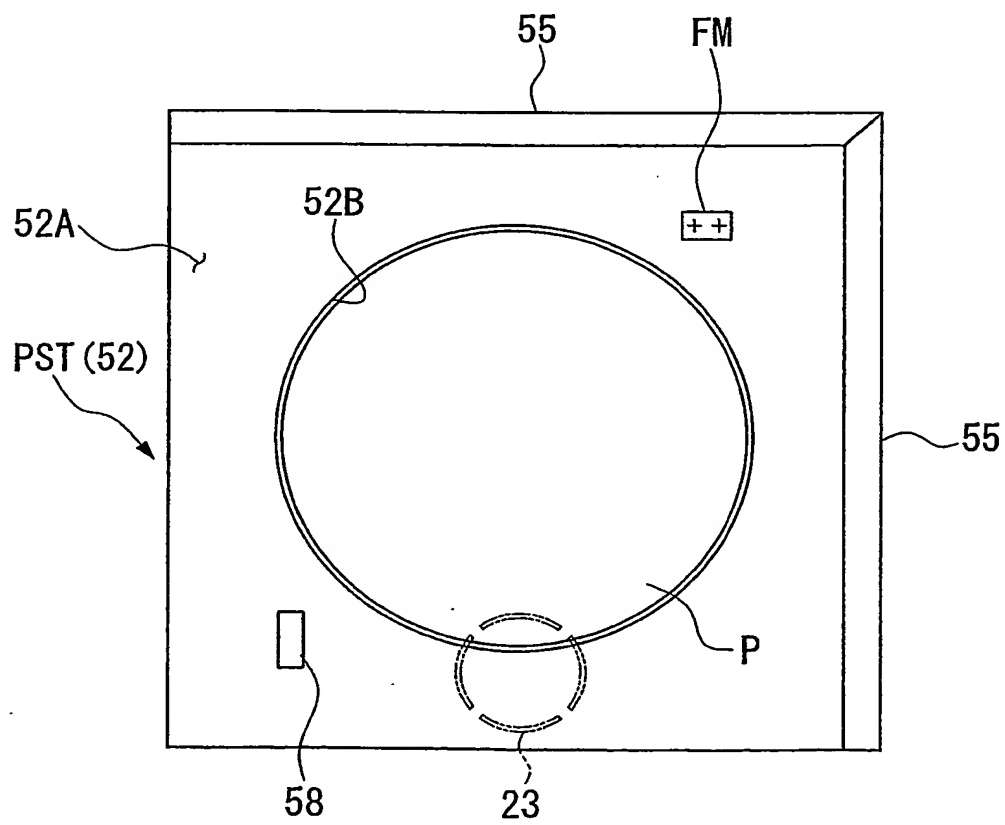
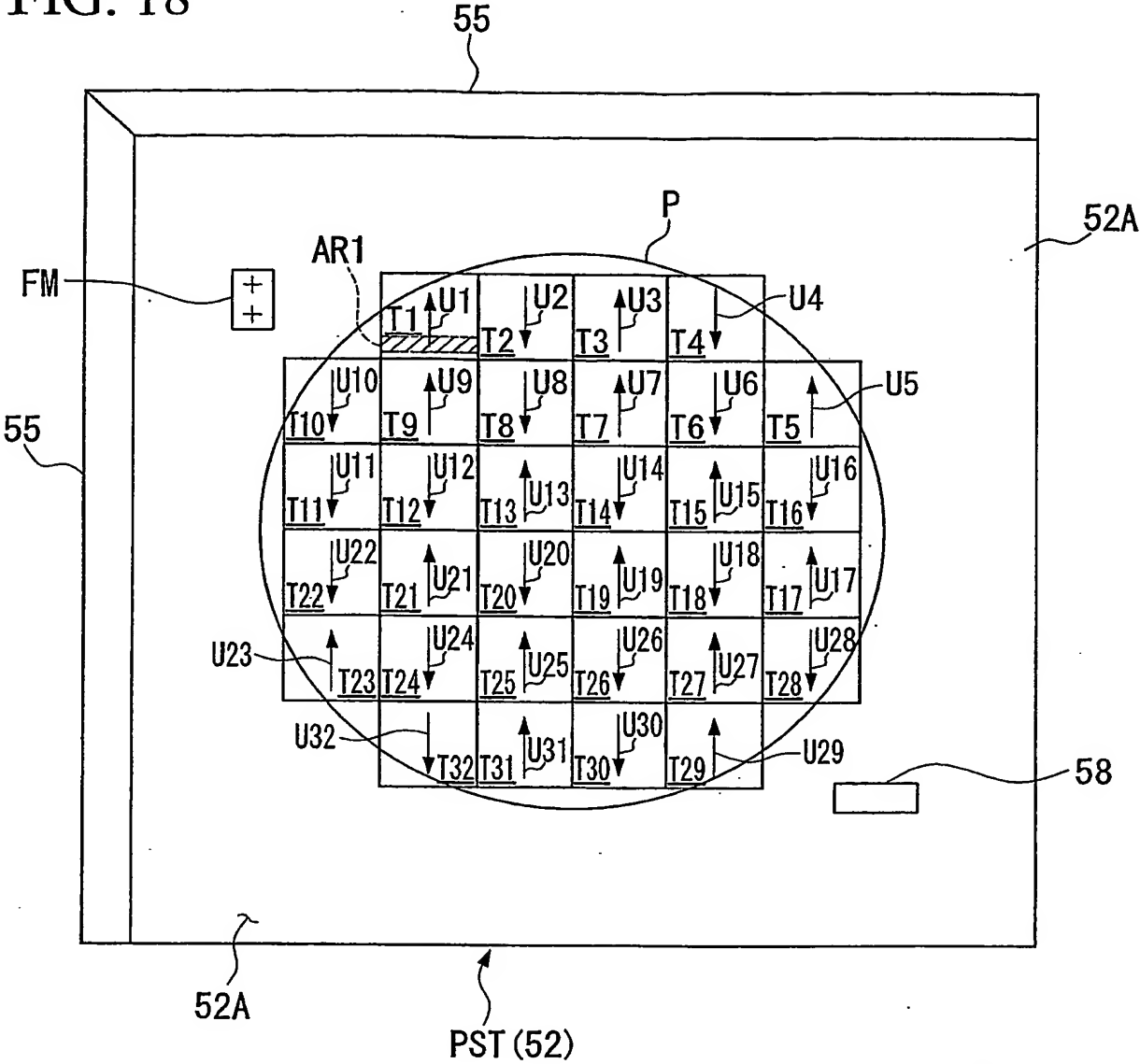
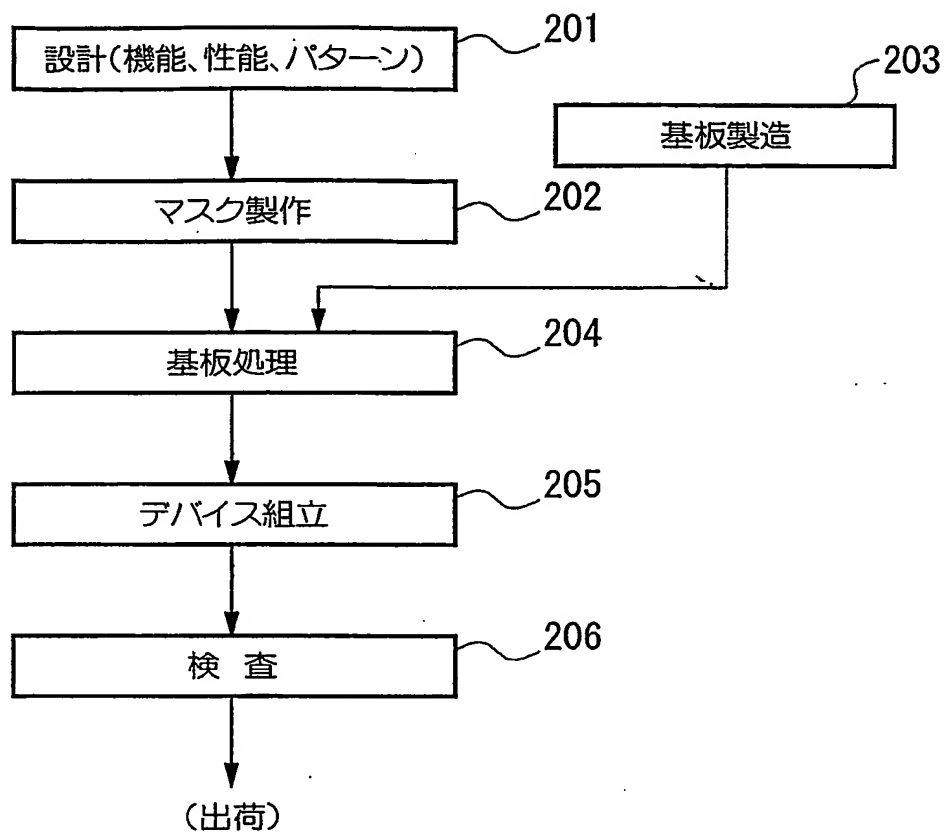


FIG. 18



18/18

FIG. 19



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/012319

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99/49504 A (Nikon Corp.), 30 September, 1999 (30.09.99),	1-13, 15-18, 20, 28-30
X	Full text; all drawings, particularly,	14, 19, 21-25
Y	pages 17 to 20	26, 27
	& AU 99/27479 A	
X	JP 11-176727 A (Nikon Corp.), 02 July, 1999 (02.07.99),	1, 8, 11-14, 18, 19, 21-25
Y	Par. Nos. [0016] to [0018]; Fig. 1	10
A	(Family: none)	2-7, 9, 15-17, 20, 26-30
Y	JP 10-303114 A (Nikon Corp.), 13 November, 1998 (13.11.98),	10
	Par. No. [0039]; Fig. 8	
	(Family: none)	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
29 November, 2004 (29.11.04)Date of mailing of the international search report  
14 December, 2004 (14.12.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/012319

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-121328 A (NEC Corp.), 30 April, 1999 (30.04.99), Claim 1 (Family: none)	26, 27

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/012319

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-13, 15-18, and 20 are the invention having the technical feature that is common in liquid recovery that does not produce vibration during liquid immersion exposure.

Claims 14, 19, 21-25 are the inventions having the technical feature common in that a recovery opening is moved relative to a stage.

Claims 26-30 are the inventions having the technical feature common in that a scanning exposure speed during liquid immersion exposure is determined according to a position.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	WO 99/49504 A (株式会社ニコン) 1999. 09. 30	1-13, 15-18, 20, 28-30	
X	全文, 全図 特に17-20ページ	14, 19, 21-25	
Y	& AU 99/27479 A	26, 27	
X	JP 11-176727 A (株式会社ニコン) 1999. 07. 02	1, 8, 11-14, 18, 19, 21-25	
Y	【0016】-【0018】, 図1	10	
A	(ファミリーなし)	2-7, 9, 15-17, 20, 26-30	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 29. 11. 2004		国際調査報告の発送日 14.12.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 多田 達也 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	

## C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-303114 A (株式会社ニコン) 1998. 11. 13 【39】，図8 (ファミリーなし)	10
Y	JP 11-121328 A (日本電気株式会社) 1999. 04. 30 請求項1 (ファミリーなし)	26, 27



## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-13、15-18、20は、液浸露光中に振動を発生させない液体の回収という点で技術的特徴を同じくする発明である。

請求の範囲14、19、21-25は、回収口をステージと相対的に移動させるという点で技術的特徴を同じくする発明である。

請求の範囲26-30は、液浸露光中の走査露光速度を位置に応じて決定するという点で技術的特徴を同じくする発明である。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。